



Universidade do Porto

**FEUP** Faculdade de  
Engenharia

Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto

ANÁLISE DE FACTORES CONDICIONANTES DA  
EVACUAÇÃO DE TRABALHADORES  
NUMA UNIDADE INDUSTRIAL

TESE SUBMETIDA À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO  
PORTO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE  
SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

**José Manuel Peixoto Silva**

**Dezembro de 2007**

À minha família e amigos,



## PREÂMBULO

---

A escolha da temática da evacuação como tema de dissertação nasce de uma sequência de trabalhos realizados na área, no decorrer da minha ainda curta carreira profissional, e que têm aqui uma continuidade pretendida.

Por outro lado, a carência de estudos realizados nesta área foi também um factor de motivação extra para a realização do mesmo.

De um modo geral, e em grande parte relacionado com as necessidades produtivas das empresas, existe uma tendência para relegar para segundo plano toda esta temática da organização da emergência.

Acontece que, anualmente, ocorrem incêndios nas empresas, e, em consequência da inexistência de uma adequada organização da emergência, inúmeras vidas são colocadas em risco.

Muitas empresas e organizações até possuem planos de emergência internos ou apenas, simples procedimentos de emergência. Estes normalmente existem devido a exigências decorrentes dos processos de licenciamento.

No entanto, na maior dos casos, as organizações não colocam os referidos procedimentos em prática, não sensibilizam nem treinam os seus colaboradores nesta temática, não existindo deste modo uma cultura de segurança implementada nas mesmas. Infelizmente, como resultado desta cultura, por vezes ocorrem as tragédias que periodicamente constatamos através dos meios de comunicação social.

Neste sentido, o objectivo deste trabalho prende-se em avaliar a influência de um período de formação no comportamento de trabalhadores de uma grande unidade industrial e, consequentemente, no seu tempo de evacuação, quando de um simulacro de fogo.

Os objectivos propostos foram, de uma forma geral alcançados e os contratempos e contrariedades ultrapassados, graças à incansável colaboração de todos os que comigo colaboraram neste projecto.

Deste modo, agradeço a todos aqueles que colaboraram comigo, nomeadamente:

- Ao Sr. Abílio Rocha da Gabor, pela disponibilidade e apoio na organização dos simulacros realizados na empresa;
- À Gerência e colaboradores da Gabor, que sempre que solicitados, se disponibilizaram para a organização dos simulacros;
- Ao Prof. Joaquim Góis pelo auxílio, disponibilidade e colaboração prestada;
- Ao Eng.º Leça Coelho pela disponibilidade demonstrada.



Fico grato aos colegas da SMGP-Consultores, Lda., nomeadamente o Gonçalo, o José Miguel, o Manuel Freitas e o Francisco, pelo apoio.

Em particular ao Professor Doutor Alberto Sérgio Miguel que neste trabalho foi também meu orientador e a quem agradeço, de forma uma particular, pela sua dedicação apoio constante e sobretudo pela amizade.

Um agradecimento especial para os meus colegas e amigos, João e Cristiano pelo seu apoio e amizade.

Finalmente, agradeço à Zeza e aos meus Pais que sempre me apoiaram nesta fase de menor disponibilidade.

Braga, Dezembro de 2007



## RESUMO

---

O propósito deste estudo foi avaliar a influência de um período de treino no comportamento de trabalhadores e, consequentemente no seu tempo de evacuação, em caso de emergência.

Foram efectuados três simulacros de incêndio, tendo o primeiro sido precedido de um aviso prévio.

Foram ainda consideradas as seguintes variáveis:

- Tempo inicial, ou seja, o tempo levado pelo primeiro dos trabalhadores de cada secção a chegar ao respectivo ponto de encontro;
- Tempo final, ou seja, o tempo que o último dos trabalhadores de cada secção levou para chegar ao respectivo ponto de encontro;
- Média de idades dos trabalhadores de cada secção;
- Número de trabalhadores de cada secção;
- Distância média de cada secção ao o respectivo ponto de encontro.

O risco de incêndio do edifício foi calculado através do método de Gretener e os tempos de evacuação obtidos foram comparados com expressões obtidas através de modelos experimentais.

Foi utilizado o método de Análise de Componentes Principais para a análise estatística dos dados obtidos.

Apesar da escassez de ensaios, foi possível observar no último dos simulacros uma melhor atitude para com o risco de incêndio e uma redução dos tempos de evacuação.

Verificou-se também que, neste estudo de caso, quer a idade, quer o número de trabalhadores de cada secção acabam por não ter influência directa nos tempos de evacuação observados.



## ABSTRACT

---

The purpose of this study was to evaluate the influence of a training period on the worker's behaviour, and consequently on their evacuation time, in case of emergency.

Three fire drills were undertaken, being the first one preceded by a warning signal.

The following variables were considered:

- initial time, i.e. time taken by the first worker to reach the respective section meeting point;
- final time, i.e. time taken by the last worker to reach the respective meeting point;
- worker's average age of each section;
- total numbers of workers in each section;
- Average distance of each section relatively to each meeting point.

The plant's fire risk was evaluated by the Gretener method and evacuation times were compared with calculated values through theoretical expressions.

A factorial method of data analysis, named Principal Component Analysis, was considered.

In spite of data scarceness, it could be observed in the last fire drill a better attitude towards fire risk and an increased awareness of safety issues.

The worker's age as well the number of workers seems to have no influence in the evacuation time.



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1: PROCESSOS DE DECISÃO DO INDIVÍDUO NUM INCÊNDIO	13
FIGURA 2: DINÂMICA DA ACTIVIDADE COMPORTAMENTAL DO INDIVÍDUO	16
FIGURA 3: MODELO COMPORTAMENTAL EM INCÊNDIOS	17
FIGURA 4: MODELO DE STRESS DE UM INDIVÍDUO DURANTE UMA SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	18
FIGURA 5: EXEMPLO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UMA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	39
FIGURA 6: MATRIZ DE PARTIDA PARA A ANÁLISE DE DADOS (ACP)	46
FIGURA 7: RETROACÇÃO EM ANÁLISE FACTORIAL (PEREIRA [1990])	46
FIGURA 8: ACP- PROJECCÃO DAS VARIÁVEIS NO PRIMEIRO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 2)	52
FIGURA 9: ACP – PROJECCÃO DAS VARIÁVEIS NO SEGUNDO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 3)	53
FIGURA 10: ACP- PROJECCÃO DOS INDIVÍDUOS NO PRIMEIRO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 2)	53
FIGURA 11: ACP- PROJECCÃO DOS INDIVÍDUOS NO SEGUNDO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 3)	54
FIGURA 12: ACP- PROJECCÃO DAS VARIÁVEIS E INDIVÍDUOS NO PRIMEIRO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 2)	55
FIGURA 13: ACP- PROJECCÃO DAS VARIÁVEIS E INDIVÍDUOS NO SEGUNDO PLANO FACTORIAL (FACTOR 1, 3)	55
FIGURA 14: VIA DE ACESSO / SAÍDA DAS INSTALAÇÕES DA EMPRESA	69
FIGURA 15: EXEMPLO DE UMA PLANTA DE EMERGÊNCIA AFIXADA	72
FIGURA 16: VISTA GERAL DE UM EXTINTOR E DE UM CARRETEL	74
FIGURA 17: HIDRANTE NO EXTERIOR DAS INSTALAÇÕES	74
FIGURA 18: RESERVATÓRIO E DA CENTRAL DE BOMBAGEM	74
FIGURA 19: PRESSÃO EXISTENTE NA REDE DE INCÊNDIO	75
FIGURA 20: VISTA GERAL DE UM EXTINTOR E DE UM CARRETEL	75
FIGURA 21: BOTÃO DE ALARME	75



## ÍNDICE DE TABELAS

---

TABELA 1: NUMERO DE INCÊNDIOS, DE FERIDOS E DE MORTOS EM INCÊNDIOS INDUSTRIAIS DE 1998 A 2003	9
TABELA 2: FREQUÊNCIA DOS CONTACTOS COM SINAIS DE ALARME	24
TABELA 3: CAPACIDADE PARA DISTINGUIR OS SONS DOS ALARMES	24
TABELA 4: RAZÕES PARA CONSIDERAR O ALARME COMO SENDO DE INCÊNDIO	25
TABELA 5: PRIMEIRA INTERPRETAÇÃO DO SIGNIFICADO DO ALARME	25
TABELA 6: REACÇÃO AO ALARME	26
TABELA 7: PERCEPÇÃO DA REACÇÃO AO ALARME DE OUTROS OCUPANTES	26
TABELA 8: INTERPRETAÇÃO DO SINAL DE ALARME POR PESSOAS ENVOLVIDAS EM INCÊNDIO	27
TABELA 9: DADOS OBTIDOS NA REALIZAÇÃO DOS TRÊS SIMULACROS DE INCÊNDIO	48
TABELA 10: CODIFICAÇÃO UTILIZADA PARA AS DIFERENTES VARIÁVEIS E PARA OS DIFERENTES INDIVÍDUOS	48
TABELA 11: CODIFICAÇÃO UTILIZADA PARA AS DIFERENTES VARIÁVEIS E PARA OS DIFERENTES INDIVÍDUOS	49
TABELA 12: ANÁLISE PRELIMINAR A ALGUNS DOS INDICADORES ESTATÍSTICOS INICIAIS	49
TABELA 13: RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE FACTORIAL – ACP	51
TABELA 14: DADOS CONSIDERADOS PARA A COMPARAÇÃO E RESPECTIVOS RESULTADOS	61
TABELA 15: DISTRIBUIÇÃO DOS TRABALHADORES POR TURNO.	68
TABELA 16: LOCALIZAÇÃO E ACTIVIDADE DA EMPRESA.	68
TABELA 17: CARGAS TÉRMICAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA	73
TABELA 18: RESULTADOS DA AVALIAÇÃO	77





## SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES

---

SIGLA	SIGNIFICADO
ANPC	Autoridade Nacional de Protecção Civil
CSOPT	Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes
NFPA	National Fire Protection Association
PEI	Plano de Emergência Interno
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
RGSCIE	Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios
SNB	Serviço Nacional de Bombeiros
SNBPC	Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil
SNPC	Serviço Nacional de Protecção Civil



## ÍNDICE GERAL

---

PREÂMBULO.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	VIII
SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES.....	IX
ÍNDICE GERAL.....	X

INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3

---

### **CAPÍTULO 1**

<b>ENQUADRAMENTO HISTÓRICO E LEGISLATIVO</b>	<b>4</b>
--	----------

---

<b>1.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
------------------------	----------

### **CAPÍTULO 2**

<b>FACTORES CONDICIONANTES NA EVACUAÇÃO DE TRABALHADORES</b>	<b>8</b>
--	----------

---

<b>2.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
------------------------	----------

<b>2.2. COMPORTAMENTO HUMANO</b>	<b>10</b>
----------------------------------	-----------

<b>2.3. PROCESSOS DE DECISÃO DO INDIVÍDUO</b>	<b>13</b>
---	-----------

1. RECONHECIMENTO	13
-------------------	----

2. CONFIRMAÇÃO	14
----------------	----

3. DEFINIÇÃO	14
--------------	----

4. AVALIAÇÃO	15
--------------	----



5. COMPROMETIMENTO	15
6. REAVALIAÇÃO	15
<b>2.4. COMPORTAMENTO DE PÂNICO</b>	<b>20</b>
<b>2.5. CONSCIÊNCIA DO FOGO</b>	<b>22</b>
2.5.1. A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE ALARME	22
2.5.2. PORQUE É QUE AS PESSOAS NÃO RESPONDEM A SINAIS DE ALARME?	23
2.5.3. SINAIS DE ALARME COMO FONTE DE INFORMAÇÃO	27
2.5.4. CONDIÇÕES DE REALIZAÇÃO DOS SIMULACROS DE EVACUAÇÃO	30
2.5.5. OUTRAS RAZÕES PARA NÃO PROCEDER À EVACUAÇÃO QUE NÃO AS DO SINAL DE ALARME. 31	
<b>2.6. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS</b>	<b>33</b>
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>ORGANIZAÇÃO DA EMERGÊNCIA</b>	<b>37</b>
 <b>3. A IMPORTÂNCIA DOS PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA</b>	<b>37</b>
 <b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>SIMULACROS DE EVACUAÇÃO</b>	<b>42</b>
 <b>4. A IMPORTÂNCIA DOS SIMULACROS DE EVACUAÇÃO</b>	<b>42</b>
 <b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>DESCRIÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS</b>	<b>44</b>
<b>5.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO</b>	<b>44</b>
<b>5.2. A PERSPECTIVA DA ANÁLISE EM COMPONENTES PRINCIPAIS</b>	<b>45</b>
5.2.1. INTRODUÇÃO	45
5.2.2. DESCRIÇÃO DOS DADOS DE PARTIDA	47
5.2.3. TRATAMENTO DOS DADOS	49



5.2.4. CONCLUSÕES	56
-------------------	----

## **CAPÍTULO 6**

<u>COMPARAÇÃO ENTRE OS TEMPOS OBTIDOS COM EXPRESSÕES OBTIDAS ATRAVÉS DE MÉTODOS EXPERIMENTAIS</u>	<u>58</u>
---	-----------

<b>6.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>58</b>
------------------------	-----------

<b>6.2. RESULTADOS</b>	<b>60</b>
------------------------	-----------

## **CAPÍTULO 7**

<u>CONCLUSÕES</u>	<u>62</u>
-------------------	-----------

## **CAPÍTULO 8**

<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>64</u>
---------------------	-----------

## **Anexos**

- A. Método de Gretener – Avaliação do Risco de Incêndio
- B. Coordenadas das variáveis e indivíduos nos eixos factoriais



## INTRODUÇÃO

---

*"Se queres chegar depressa, corre sozinho.  
Se queres chegar longe, corre juntamente com os outros."*  
**Provérbio Africano**

Ao longo dos séculos, milhares de pessoas têm sofrido as consequências de grandes incêndios que ocorrem em diversos tipos de edifícios.

Muitos destes incêndios aconteceram em resultado de deficientes regras construtivas dos edifícios em questão, bem como, de inadequadas, ou mesmo inexistentes, regras de segurança. Com efeito, alguns destes incêndios foram resultado de falhas das empresas, no sentido de não seguirem as regras de segurança que "teoricamente" existiam.

É, pois, imperioso que as empresas procurem desenvolver uma cultura efectiva de segurança através de estratégias de prevenção e protecção contra incêndios.

Em suma, o objectivo é impedir a existência de incêndio, mas, se esta estratégia falhar, o passo seguinte consiste em minimizar as suas consequências.

A segurança dos ocupantes pode, em última análise, depender da movimentação dos mesmos para um local seguro.

Esta movimentação não é mais do que uma evacuação de emergência. No entanto, uma evacuação efectiva envolve a compreensão do comportamento humano perante uma ameaça de incêndio. Por outras palavras, como é que as pessoas tendem a reagir perante a ameaça referida e como esta pode afectar a forma de como os ocupantes foram treinados para reagir.

Conforme já referido no Preâmbulo, o propósito deste estudo foi avaliar a influência de um período de treino no comportamento de trabalhadores, e consequentemente no seu tempo de evacuação, em caso de emergência.

No capítulo 1 é efectuado um enquadramento histórico-legislativo, no qual se descreve a evolução da legislação nacional no plano da prevenção e protecção contra incêndios.

No capítulo 2 tenta-se compreender o comportamento humano e os factores que o podem influenciar perante uma ameaça de incêndio.

Nos terceiro e quarto capítulos são abordados aspectos relativos à importância quer da existência de uma adequada organização da emergência nas empresas, quer da realização de simulacros.

No capítulo 5 é efectuada uma descrição do trabalho desenvolvido e é apresentado o tratamento estatístico dos dados obtidos nos simulacros de evacuação, assim como, as respectivas conclusões.



No 6.º capítulo são comparados os tempos de evacuação obtidos nos simulacros efectuados, com os tempos que resultaram do cálculo efectuado através de uma expressão obtida por meio de um modelo experimental.

Finalmente, no capítulo 7, salientam-se as principais conclusões.



---

**PARTE I**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---



---

## ENQUADRAMENTO HISTÓRICO E LEGISLATIVO

### 1.1. INTRODUÇÃO

Todos os anos, milhares de trabalhadores perdem a vida em incêndios industriais. Segundo dados citados em “life safety in buildings” só nos Estados Unidos da América, estimam-se cerca de 12000 vidas perdidas anualmente. (Fergusson e Christopher [2005])

Como foi referido anteriormente, a origem destes incêndios estará relacionada com variadas razões, entre as quais, e quiçá das mais importantes, a inexistência de regras e/ou procedimentos de segurança relativas à organização de emergência nas organizações, as inadequadas construções dos edifícios relativamente ao tipo de empresa e à inexistência de dispositivos de prevenção/protecção contra incêndio.

Em jeito de enquadramento histórico legislativo, pode-se afirmar que no nosso país, o tema de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) é abordado pela primeira vez no RGEU, publicado através do Decreto-Lei n.º 38382, de 7 de Agosto, embora já anteriormente a essa data tivessem sido publicadas exigências de segurança para recintos de espectáculos (Vicente [2005], citado em Miguel et al [2005]).

Com a criação separada do SNB e do SNPC, esta entidade sugere ao CSOPT onde estava sedeada uma Comissão para a elaboração de Regulamentos, que promovesse uma Sub-Comissão de Regulamentos de Segurança contra Incêndios para a elaboração de regulamentos técnicos para as seguintes tipologias de edifícios:

- Habitação;
- Administrativos;
- Escolares;
- Hospitalares;
- Bibliotecas, arquivos e museus;
- Prisões.

Foi então iniciada a tarefa em 1980, sendo interrompida em 1998 com a publicação dos Regulamentos de Segurança Contra Incêndios dos edifícios administrativos, escolares e hospitalares.





Foram ainda elaborados outros regulamentos por diversas entidades oficiais com intervenções directas nessas áreas (espectáculos, comércio, turismo, desportos, entre outros).

Actualmente encontram-se em vigor os seguintes regulamentos:

A nível de Decretos-Lei:

- N.º 426/89, de 6 de Dezembro (Centros Urbanos Antigos);
- N.º 64/90, de 21 de Fevereiro (Habitação);
- N.º 66/95, de 8 de Abril (Parques de Estacionamento);
- N.º 409/98, de 23 de Dezembro (tipo Hospitalar);
- N.º 410/98, de 23 de Dezembro (tipo Administrativo);
- N.º 414/98, de 31 de Dezembro (tipo Escolar);
- N.º 368/99, de 18 de Setembro (Estabelecimentos Comerciais).

A nível de Decretos Regulamentares:

- N.º 34/95, de 16 de Dezembro (recintos de espectáculos e divertimentos públicos);
- N.º 5/97, de 31 de Março (recintos com diversões aquáticas);
- N.º 10/2001, de 07 de Junho (estádios).

A nível de Resolução de Conselho de Ministros:

- N.º 31/89, de 15 de Setembro (edifícios públicos).

A nível de Portarias:

- N.º 1063/97, de 21 de Outubro (empreendimentos turísticos e estabelecimentos de restauração e bebidas);
- N.º 1299/2001, de 21 de Novembro (estabelecimentos comerciais com área inferior a 300m<sup>2</sup>);
- N.º 1275/2002, de 19 de Setembro (normas de exploração dos estabelecimentos hospitalares);
- N.º 1276/2002, de 19 de Setembro (normas de exploração dos estabelecimentos do tipo administrativo);



- N.º1444/2002, de 7 de Novembro (normas de exploração dos estabelecimentos do tipo escolar).

Olhando para os diplomas listados, facilmente se conclui que vários tipos de edifícios não se encontram regulamentados em termos de segurança contra incêndio pela legislação portuguesa, entre eles:

- Bibliotecas e arquivos;
- Museus;
- Lares de idosos;
- Locais de culto;
- Gares de transporte;
- Armazéns;
- Oficinas;
- Instalações industriais.

Além dos anteriores, há a considerar ainda recintos itinerantes e ao ar livre, tais como:

- Parques de campismo;
- Pavilhões insufláveis.

Face ao exposto, e tendo em conta a quantidade de artigos publicados (cerca de 1300), em que se verificam algumas divergências na aplicação de alguns conceitos, assim como, medidas a tomar mais exigentes em determinados diplomas do que noutros para a mesma situação de risco, fez todo o sentido pensar-se um Regulamento com um “tronco” comum complementado com exigências específicas para alguns tipos de edifícios, aplicando-se não só a edifícios cobertos como a recintos itinerantes e ao ar livre.

A criação do recente SNBPC<sup>1</sup>, pela fusão do SNB com o SNPC, com missões de planeamento e de intervenção na segurança contra incêndio, entre outras, permitiu que aquela entidade tomasse a iniciativa de elaborar um RGSCIE, bem como, em recintos itinerantes e ao ar livre.

Iniciou-se então em 2003, a redacção daquele documento, o qual se encontra concluído e revisto, aguardando-se a sua aprovação governamental e publicação.

Este novo Regulamento abrange 12 tipos diferentes de edifícios/utilizações, entre as quais os industriais, que até ao momento, apenas eram abrangidos pelo Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos

---

<sup>1</sup> Actualmente ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil



Estabelecimentos Industriais (Portaria 53/71, de 3 de Fevereiro, posteriormente alterada pela Portaria n.º 702/80, de 22 de Setembro) que tem por objectivo a prevenção técnica dos riscos profissionais e a higiene nos estabelecimentos industriais.

Neste Regulamento são abordadas condições a observar nas vias de passagem, comunicações e saídas em termos de largura e número, são regulamentadas as condições mínimas exigidas nas comunicações verticais, a necessidade ou não, de iluminação de emergência instaladas no edifícios, as medidas de prevenção e protecção contra o fogo e por fim, as condições a observar nas saídas de emergência.



## FACTORES CONDICIONANTES NA EVACUAÇÃO DE TRABALHADORES

### 2.1. INTRODUÇÃO

Segundo Abrahams [1994], uma evacuação de emergência é uma deslocação de pessoas de um local perigoso, face a uma ameaça ou uma ocorrência de um evento desastroso. Esta deslocação tem como objectivo e prioridade máxima a preservação da sua segurança e implicitamente das suas vidas, pelo que, os bens e equipamentos ficam para segundo plano.

O incêndio é apenas um dos factores que nos leva a uma situação de emergência e eventualmente, a uma evacuação. Entre outros, existem as ameaças de bomba, as falhas de energia, os perigos biológicos, o derramamento de substâncias químicas, o colapso de estruturas, as fugas de gás, as inundações e os riscos externos que ameacem o edifício.

No desenvolvimento deste trabalho apenas se efectuaram simulacros de incêndio, pelo que apenas este factor foi abordado.

Tal como foi referido anteriormente, os incêndios industriais são a primeira ameaça às pessoas e propriedade de qualquer empresa, causando a cada ano que passa, lesões, mortes e prejuízos materiais. É estimado que cerca de 45% das empresas nunca voltam a reabrir depois de um incêndio. (citado em "Fire Prevention and Emergency Preparedness" - International Council of Toy Industries, Ltd [1996]).

Em Portugal, e segundo dados do SNBPC, de 1998 a 2003 ocorreram, em média, cerca de 1550 incêndios por ano. Note-se que estes dados apenas abrangem as intervenções dos bombeiros, pelo que se estima que muitos outros terão ocorrido sem que estes tivessem intervido. (Castro e Abrantes [2004]).

Na Tabela 1 podem observar-se os dados acima referidos, assim como, o número de feridos e de mortes em consequência daqueles incêndios.



Ano	Quantidade	Feridos	Mortos
1998	1.573	98	2
1999	1.609	85	4
2000	1.591	99	5
2001	1.547	98	6
2002	1.514	81	1
2003	1.445	97	4

**Tabela 1:** numero de incêndios, de feridos e de mortos em incêndios industriais de 1998 a 2003

Muitos destes danos e perdas são resultado de más práticas de gestão e de organização das empresas, tais como, a falta de sensibilização/formação e treino dos seus colaboradores.

Esta falta de preparação deriva, por um lado, do desconhecimento por parte dos colaboradores dos factores de risco inerentes aos seus postos de trabalho e, por outro, pela má preparação/treino dos mesmos para lidar com eventuais situações de emergência.

Tentemos então compreender, os factores que poderão influenciar o comportamento das pessoas, assim como as etapas que estas percorrem para tomar as suas decisões ou a praticar certos actos e acções.



## 2.2. COMPORTAMENTO HUMANO

Ao longo dos anos, o comportamento humano tem sido reconhecido como um factor directamente ligado à perda de vidas em incêndios. É sabido que pessoas diferentes reagem de forma diferente perante uma mesma situação que tenha ocorrido.

Da mesma forma, uma pessoa poderá reagir de um modo hoje e de outro totalmente diferente na semana que vem, pelo que, haverá certos factores que podem determinar a forma de actuação perante situações de incêndio.

Segundo um estudo da Flanery Associates [2001], o modo como reagimos ao calor, ao fumo e às chamas poderá estar relacionado com os seguintes factores:

- **Idade:** os mais novos e os mais velhos tem menos capacidades de resistência aos efeitos do fogo. As estatísticas mostram que este grupo de idades tem maiores índices de fatalidade nos incêndios.
- **Tamanho:** pessoas mais fortes podem tolerar melhor as doses de substâncias tóxicas geradas durante um incêndio. No entanto, o tamanho pode também ser um factor negativo se considerarmos a condição física.
- **Condição física pré-existente:** a forma geral do indivíduo vai ter efeitos na sua capacidade de sobrevivência durante um incêndio. Isto inclui a sua condição cardíaca, condição respiratória e a sua capacidade em termos de mobilidade (peso, flexibilidade, doenças músculo-esqueléticas).
- **Capacidades respiratórias:** a maior parte das mortes durante um incêndio ocorrem em resultado da inalação do fumo. Com isto, a capacidade respiratória de uma pessoa é crítica para a sua sobrevivência. Qualquer doença crónica tal a asma vai baixar esta capacidade. Condições agudas tais como gripe e pneumonias vão também ter efeitos na sua capacidade. Os fumadores têm uma concentração relativamente elevada de monóxido de carbono no sangue e nas vias respiratórias, o que lhes vai reduzir a capacidade para receber oxigénio.
- **Medicações, drogas, álcool:** estes factores podem reduzir a capacidade de um pessoa para reconhecer uma situação perigosa e a correspondente reacção perante esta.

Para além dos factores de ordem física, existem também factores de ordem psíquica que podem alterar as nossas capacidades.

Vários estudos, efectuados em situações de emergência, indicam que a reacção humana está relacionada com inúmeros factores, tais como, os cargos exercidos em Organizações, a experiência adquirida, a educação e a personalidade, entre outros. (Bryan [1997])



Outros factores importantes serão, porventura, a percepção real da ameaça por parte de um qualquer indivíduo envolvido numa situação de emergência, assim como, as acções tomadas por outras pessoas que partilham a mesma situação. (citado em "Excerpts from Introduction to Employee Fire and Life Safety" NFPA [2001])

O cargo exercido por um indivíduo na Organização poderá ter influência na sua reacção perante uma situação de emergência, na medida em que indivíduos com cargos de liderança normalmente tomam a iniciativa da resposta perante aquela situação. Por outro lado, os colaboradores ditos "normais" seguirão mais facilmente as indicações do seu encarregado ou de um colaborador mais antigo ou com maior "peso" na organização. Os visitantes, são, em geral, mais passivos e esperam que outras pessoas ligadas à Organização os guiem para local seguro.

De igual modo, a experiência prévia em situações de emergência melhorará, à partida, a forma de reacção comparativamente a quem nunca a tenha tido.

Indivíduos que tenham previamente participado em simulacros de incêndio e que tenham sido educados (formados/treinados) em situações de emergência, reagirão de forma mais célere e com outro poder de decisão.

A personalidade de um indivíduo poderá ter impacto na forma em como ele reage perante uma situação de emergência, uma vez que, enquanto uns tentarão combater o fogo, outros mover-se-ão imediatamente para um local mais seguro. A título de exemplo, estudos têm mostrado que os homens têm mais a iniciativa para combater o fogo, enquanto que as mulheres têm normalmente como primeira iniciativa o abandono do edifício.

A percepção da ameaça é um outro factor muito importante, na medida em que, antes de iniciar o movimento, o indivíduo procura confirmar se, de facto, existe mesmo um problema ou ameaça à sua segurança. A não ser que tenha indicações óbvias, tais como fumo ou chamas visíveis, ele não tomará acções imediatas de resposta perante um alarme de incêndio.

Por outro lado, indivíduos que partilham a mesma experiência de emergência tendem a funcionar de forma similar. A título de exemplo, se um dos indivíduos entrar em pânico, aqueles que o rodeiam tendem a ficar mais agitados e, em casos extremos, a entrar em tal estado.

Keating [1982] num artigo em que identificou alguns elementos essenciais para a existência de pânico, refere que, um desses era o "*Comportamento contagioso*", especialmente se notado por líderes do grupo afectado pelo incêndio.

Este tipo de comportamento é bastante comum em situações ambíguas ou de emergência, porque as pessoas, simplesmente tendem a seguir o líder em tempos de stress ou quando não têm a certeza acerca do que é correcto fazer.



O mesmo autor refere ainda que o pânico ocorre quando um dos indivíduos não segue as mesmas acções do grupo.

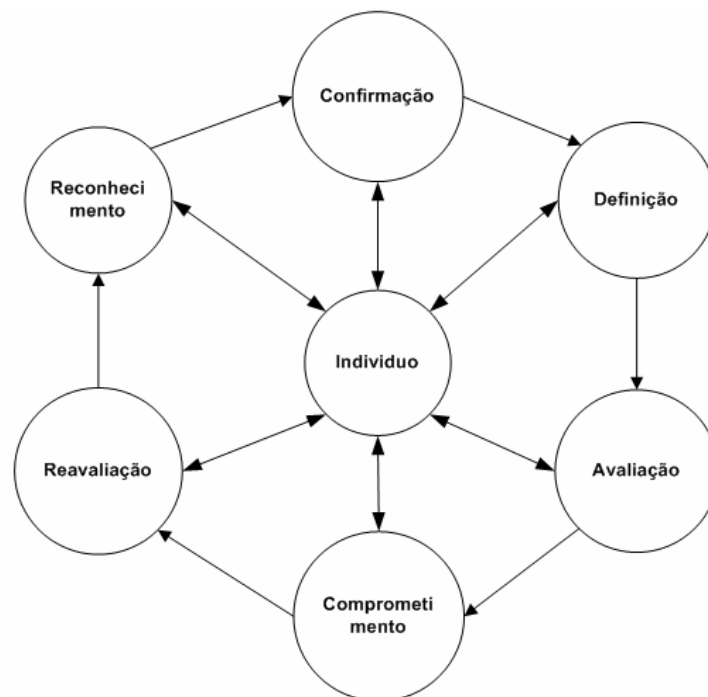


### 2.3. PROCESSOS DE DECISÃO DO INDIVÍDUO

Withey [1962] identificou sete processos usados pelos indivíduos ao tentar estruturar e avaliar uma situação de ameaça. Os seis primeiros são:

1. Reconhecimento;
2. Confirmação;
3. Definição;
4. Avaliação;
5. Comprometimento;
6. Reavaliação.

O sétimo, que envolve falhas sucessivas nos processos de defesa e hierarquização das defesas perante a ameaça, não é relevante no processo de decisão. Estes processos podem ser observados na Figura 1:



**Figura 1:** Processos de decisão do indivíduo num incêndio

## 1. Reconhecimento

O primeiro dos processos é, conforme referido anteriormente, o do reconhecimento. Este ocorre quando o indivíduo se apercebe dos indícios de que poderá existir um incêndio. Estes poderão ser bastante ambíguos



e não indicar, claramente, de que se trata de um incêndio, mas, são contínuos e com aumento de intensidade, em termos de chama, de calor, ou de produção de fumo.

A predisposição do indivíduo para reconhecer a ameaça está relacionada com dois factores, a sua experiência anterior e a forma optimista como ele encara essa ameaça. Esta forma optimista de pensar será o resultado da sua invulnerabilidade ou o resultado directo de um conceito individual.

A importância da fase de reconhecimento da ameaça em termos de protecção contra o fogo, prende-se com o facto de que se não se reconhecer que se está perante um incêndio, a acção adoptada no início do alarme, a evacuação do edifício e a supressão do fogo poderá ser atrasada ou adiada. A natureza ambígua dos indícios da ameaça indicam que os indivíduos não possuem formação especializada em prevenção e protecção contra incêndio, e a sua experiência apenas reconhece grandes quantidades de fumo ou chamas que, repentinamente, indicam um fogo ameaçador.

## **2. Confirmação**

Relativamente ao processo de confirmação, este consiste na tentativa de o indivíduo determinar os indícios que indicam a gravidade da ameaça, normalmente pela certificação da natureza ténue da mesma e a sua improbabilidade. Quando os indícios são significativamente ambíguos, o indivíduo tenta obter informações adicionais. Por outras palavras, a pessoa está ciente de que algo está a acontecer, mas não sabe ao certo o quê.

Este processo de confirmação pode ser feito pelo questionar de outros indivíduos que estejam por perto. A presença destes, durante os processos de reconhecimento e confirmação pode inibir ou influenciar o comportamento de resposta do indivíduo.

## **3. Definição**

O processo de definição consiste essencialmente na tentativa de o indivíduo relatar a informação, tendo em conta algumas variáveis da ameaça, tais como, a natureza (em termos qualitativos da mesma), a magnitude (em termos de privação que ela pode causar) e em termos de contexto no tempo. O stress e a ansiedade do indivíduo são, aparentemente, mais elevadas antes de ele determinar o significado dos indícios. O desempenho deste, que será referido no final do processo de avaliação, é um dos mais críticos nesta situação, relativamente ao ambiente físico. Os aspectos mais importantes no processo de definição



são a origem, a intensidade e a propagação do fumo, as chamas e a exposição térmica.

#### **4. Avaliação**

O processo de avaliação pode ser descrito como o conjunto das actividades cognitivas e psicológicas necessárias ao indivíduo para responder à ameaça. A capacidade que este tem para reduzir os seus níveis de stress e ansiedade torna-se um factor psicológico essencial. Na situação de ameaça criada pelo fogo, a avaliação é o processo envolvido na decisão para reagir quer pela luta, quer pela fuga. Com a avaliação, a decisão inicial para um claro comportamento de resposta está completa. Devido ao tempo, em termos de origem e propagação do incêndio, o processo mental aumenta e o processo de avaliação poderá levar largos segundos.

#### **5. Comprometimento**

Quanto ao processo de comprometimento, este consiste nos mecanismos que o indivíduo usa para iniciar a actividade comportamental requerida para desempenhar o plano de defesa definido no processo de avaliação. Esta clara resposta à ameaça de fogo poderá ou não, resultar em sucesso. Se a resposta falhar, o indivíduo imediatamente ficará envolvido no próximo processo de reavaliação e comprometimento. Se a resposta tiver sucesso, os aspectos de ansiedade e stress gerados pela situação diminuem e são aliviados, podendo, no entanto, a severidade do fogo, em termos gerais, ter aumentado.

#### **6. Reavaliação**

Por fim, o processo de reavaliação caracteriza-se por ser o mais stressante para o indivíduo, visto que, todas as tentativas para se ajustar à ameaça do fogo falharam. Contudo, esforços mais intensos levam a reacções comportamentais e o indivíduo tende a ficar menos selectivo na escolha da resposta. Encontrando falhas sucessivas, este começa a ficar mais frustrado, pelo que o nível de risco sobe e as probabilidades de sucesso tornam-se, deste modo, mais reduzidas.

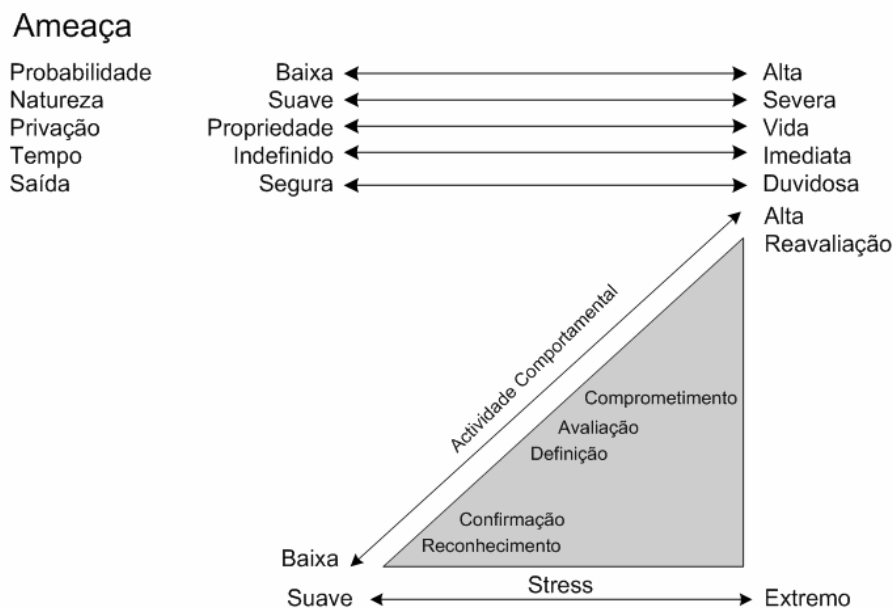
Analizando o comportamento do indivíduo envolvido nos seis processos anteriormente descritos, é necessário ter em conta que estes são dinâmicos, dado que estão constantemente a ser modificados em relação à sua magnitude, velocidade e intensidade. A actividade psicológica e fisiológica de uma pessoa provavelmente será normal durante o processo de

reconhecimento, quando esta está concentrada no sentido de perceber a ameaça.

Durante o processo de confirmação e definição da ameaça, os membros adjacentes da população ameaçada comunicam entre si, sendo que, aparentemente, o período da hiperactividade ocorre no processo de comprometimento e torna-se mais intenso durante o processo de reavaliação.

O stress aumenta de acordo com a evolução dos processos, sendo que a primeira motivação comportamental é a sua redução. O aparecimento, a proximidade, a propagação, o tempo e os gases tóxicos do incêndio, tendem a levar o indivíduo para um nível superior de actividade, novamente dependente da real percepção que este tem das variáveis referidas.

Durante o processo de reavaliação, a actividade do indivíduo atinge um estado frenético, que poderá ser expressado pelo estado de imobilidade física, com a perda de capacidade de comunicação coerente. Nesta fase, o nível de stress é muito elevado, de tal forma que, provavelmente, implicará uma desistência por parte do indivíduo de adaptar o seu comportamento. A dinâmica deste comportamento é explicada na Figura 2:



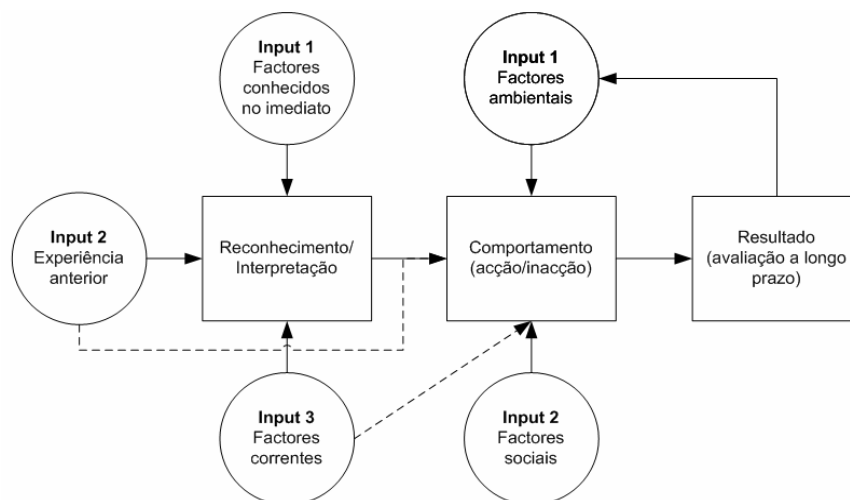
**Figura 2:** Dinâmica da actividade comportamental do indivíduo

Um outro modelo conceptual do processo de decisão do indivíduo, similar em alguns conceitos acima descritos, foi desenvolvido por Breux [1976]. Neste modelo, dos seis processos anteriormente descritos, apenas três são usados. São eles:

- reconhecimento/interpretação;
- avaliação (com acção ou inacção);

- resultado da acção (que envolve a avaliação e efeitos a longo prazo do comportamento do indivíduo);

O processo de avaliação é similar ao processo de reavaliação do modelo de decisão. Ambos os conceitos de reconhecimento/interpretação e de comportamento envolvem factores críticos para o processo de decisão. Tem sido realçado que, num incêndio, os indivíduos poderão não saber de que modo estão realmente envolvidos, onde o mesmo se encontra, se se está a desenvolver em relação ao seu local, ou onde estão os caminhos de evacuação. Este modelo conceptual é descrito na Figura 3.



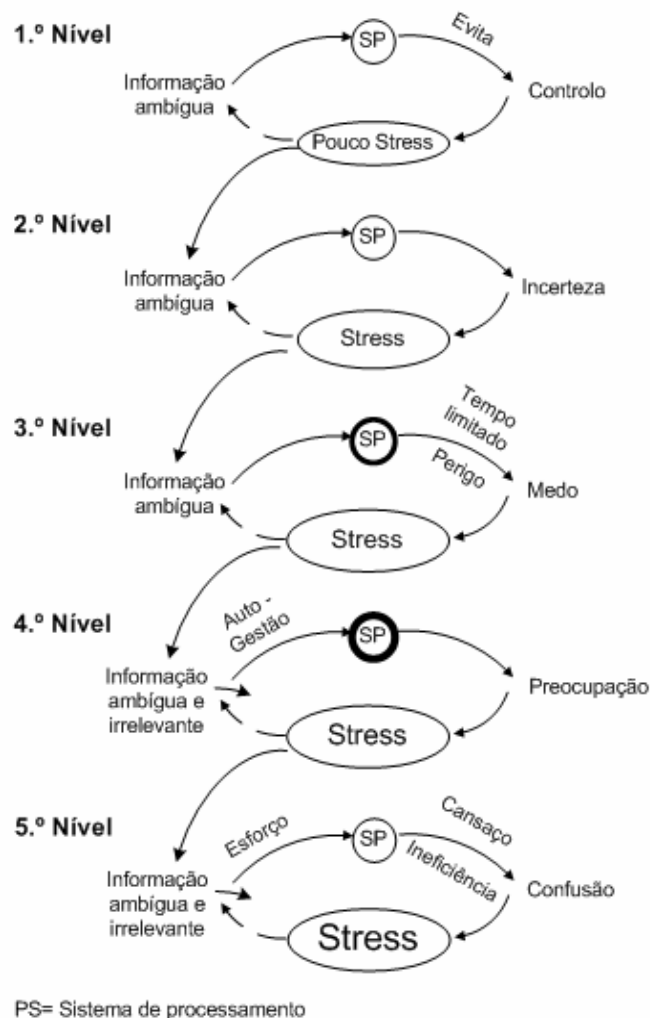
**Figura 3:** Modelo comportamental de Breaux

O modelo conceptual acima referido foi modificado por Bickman [1977] e envolve as seguintes três fases:

- detecção da ameaça;
- definição da situação;
- comportamento.

Proulx [1993] desenvolveu um modelo para demonstrar os vários níveis de geração de stress, no momento em que um indivíduo se encontra envolvido num processo de decisão, durante um incêndio. Na Figura 4 pode observar-se o referido modelo de stress, que deverá ser comparado com a dinâmica de actividade comportamental de um indivíduo apresentada na Figura 2.

O lado esquerdo da Figura 4 indica a informação que o indivíduo tem que processar. Por outro lado, a parte direita indica o estado emocional resultante.



**Figura 4:** Modelo de stress de um indivíduo durante uma situação de incêndio

O primeiro nível do modelo de stress começa com a percepção do indivíduo de informações ambíguas que são representadas pelo sistema de processamento (SP). Dado que a informação disponível não permite seguir em frente na interpretação da mesma, o indivíduo minimiza ou nega a situação, pelo que esta estratégia de defesa o leva a uma ausência de reacção.

Embora possa haver uma variação considerável, em termos de reacção para com o mesmo evento por parte de diferentes indivíduos, a percepção repetida de informação ambígua vai eventualmente gerar um estado de incerteza que induzirá um certo nível de stress.

O 3.º nível está relacionado com a interpretação da situação como sendo uma emergência. A linha mais espessa junto do sistema de processamento expressa a pressão exercida pelo excesso de informação com a qual, o indivíduo tenta lidar. O medo sentido é resultado específico da apreciação do ambiente que o rodeia.



O 4.º nível relata o contínuo fornecimento de informação irrelevante para o sistema de processamento, o qual sobrecarga a linha do sistema de processamento acumulado.

Tal informação criada pelas pessoas, é causada pela sua preocupação em lidar com a situação que se lhes depara.

De igual modo, o sentimento de medo e de preocupação aumenta a incerteza em relação à forma de prosseguir com o problema, pelo que dificulta também a interpretação acerca do que realmente está a acontecer. Neste ponto, também as informações provenientes das acções tomadas são adicionadas ao sistema de processamento.

O quinto e ultimo nível do modelo pressupõe um aumento do esforço mental para solucionar o problema, reduzindo momentaneamente a pressão sobre o sistema de processamento, mas, em contrapartida, passa a existir fadiga e ineficiência, que se manifestam num estado de confusão mental.

Proulx [1993] indica também que informações válidas, directas e definitivas, fornecidas aos ocupantes de um edifício durante um incêndio, reduzem mais eficazmente o stress e tendem a minimizar os atrasos na resposta criados no 1.º e 2.º níveis do modelo de stress.



## 2.4. COMPORTAMENTO DE PÂNICO

A forma como as pessoas reagem a um incêndio está directamente relacionada com os perigos produzidos pelo mesmo incêndio. São vários os perigos dos quais se deve estar ciente, tais como, a temperatura, os fumos e o esgotamento do oxigénio.

Um conceito sempre discutido depois de um incêndio onde tenham ocorrido múltiplas fatalidades, provavelmente devido aos factores mencionados, é o de comportamento de pânico.

Uma definição clássica de pânico é definida por English [1948] como sendo um sentimento repentino e excessivo de alarme e de medo, normalmente afectando um conjunto de pessoas e originando em certas ameaças reais ou supostas, vagamente compreendidas, esforços extravagantes e imprudentes para a sua segurança.

De acordo com esta definição, o comportamento de pânico não é limitado apenas a uma pessoa, mas antes transmitido e adoptado por um grupo de pessoas.

Através de simulações experimentadas, Schultz [1968] refere que pode definir-se a reacção-tipo do comportamento de pânico da seguinte forma:

- Comportamento de descarga do medo induzido, que é irracional, inadaptável e não social, que serve para reduzir as possibilidades de saída de um grupo pelo seu todo.

O conceito de pânico é muitas vezes usado para explicar ocorrências de inúmeras fatalidades em incêndios onde não existiram evidências fisiológicas, sociais e psicológicas de que este tipo de comportamento tenha ocorrido.

Num artigo da Flannery Associates em 2001 sobre o comportamento humano e o fogo, é referido que os media tendem a mostrar que o fogo e o pânico estão directamente ligados. Neste mesmo artigo é referido que, nos últimos 30 anos, e na maior parte dos casos, o pânico não ocorre.

O uso do conceito de pânico tem de ser separado do uso de termos do tipo "ansiedade" e "medo". O conceito de resposta de auto-destruição em relação a estímulos, tais como a presença de fumo, não tem sido tratado pela investigação do comportamento humano em incêndios. São vários os autores que referem ser raro o aparecimento de comportamentos de pânico.

Keating [1982] num estudo em que entrevistou 100 participantes de um incêndio numa moradia, não encontrou indícios da existência de comportamento de pânico. Em vez disso, encontrou comportamentos altruístas e de ajuda.





Neste mesmo estudo, o autor identificou alguns elementos essenciais para o aparecimento de comportamentos de pânico, que são os seguintes:

- Uma esperança de saída, mesmo com os caminhos de evacuação fechados;
- Comportamento contagioso (já anteriormente referido), especialmente se denotado pelos líderes do grupo afectado pelo incêndio;
- Sentimento agressivo em relação à sua segurança, em oposição com o sentimento de outros no mesmo incêndio;
- Resposta irracional e não lógica face a uma situação de incêndio.

O mesmo autor refere ainda que um ou mais dos elementos descritos não aparecem na maior parte das evacuações de incêndio.



## 2.5. Consciência do fogo

Facilmente se pode entender que a forma como um determinado indivíduo é alertado para a presença de um incêndio pode determinar o seu grau de percepção da ameaça.

### 2.5.1. A importância dos sistemas de alarme

Bryan [1982] apresenta diversas conclusões quanto à forma como os ocupantes têm conhecimento do incêndio, tendo concluído que os principais meios de alerta dos ocupantes sobre a existência de um incêndio são os seguintes:

- odor dos fumos;
- aviso por outros ocupantes;
- ruído;
- aviso por membros da família.

Em edifícios de grande dimensão, e para determinados tipos de ocupação, os ocupantes podem não ter um conhecimento do incêndio por um dos meios anteriormente referidos, mas sim através dos sistemas de detecção e alarme de incêndio.

São normalmente utilizados dois tipos de sistemas de alarme de incêndio: as sirenes de alarme e os sistemas de alarme vocais.

Keating e Loftus [1981], defendem que para os sistemas de alarmes vocais, a forma de comunicação, o tom e o volume, assim como, o conteúdo da mensagem, tendem a influenciar a forma deste encarar a ameaça.

Mahoney [2006] numa conferência da NFPA em Portugal sobre segurança contra incêndios, apresentava como principal vantagem dos sistemas de alarmes vocais, o facto de estes anunciarem as instruções a tomar pelos ocupantes de forma clara e precisa. Isto é, alertam para o que se está exactamente a passar, assim como, lhes transmitem o que fazer, o que, segundo o autor, faz com que estes sistemas evitem o pânico.

Outra das vantagens anunciadas prende-se com o facto de estes sistemas permitirem diferentes mensagens para os diversos locais dos edifícios, as quais podem variar, de acordo com a proximidade dos mesmos para com os locais afectados e de acordo com o grau de risco existente.

Esta característica permite o que o autor nomeia de uma “evacuação faseada”, uma vez que, ao emitir mensagens com diferentes graus de risco e de acordo com a proximidade do incêndio, permite que os ocupantes das



zonas mais distantes não bloqueiem os caminhos de evacuação, e, deste modo, as libertem para aqueles que mais precisam delas.

Por outro lado, Proulx e Sime [1991], num outro estudo envolvendo simulacros de incêndios, chegaram à conclusão que uma sirene de alarme tinha mais impacto no sentido de originar uma evacuação efectiva dos ocupantes.

Por seu lado, Ramachandran [1990] numa pesquisa sobre o comportamento humano em incêndios no Reino Unido desde 1969, afirmava que a resposta quer a alarmes de incêndio, quer a sons de aviso, era frequentemente inadequada. Este autor refere ainda que se verifica normalmente algum cepticismo acerca do reconhecimento de um alarme de incêndio, e, se for caso disso, será o alarme apenas um teste ao sistema ou um exercício de evacuação?

Num outro estudo, datado de 1991, Ramachandran referia que um sistema informação de alarme de incêndios, utilizando uma mensagem gerada por computador, reduzia os tempos de atraso observados no início de simulacros de evacuação.

Outros estudos, desenvolvidos em práticas de evacuação, indicam também que o uso de mensagens informativas seria a forma mais efectiva de redução dos tempos de resposta a uma evacuação. Perante estes diferentes estudos e esta diversidade de opiniões, faz todo o sentido colocar-se a seguinte questão:

### **2.5.2. Porque é que as pessoas não respondem a sinais de alarme?**

Groner [2000] deu um exemplo muito comum que é o caso dos hotéis, nomeadamente quando o alarme de incêndio é accionado de madrugada. Normalmente, apenas um número reduzido de pessoas se vestem e abandonam os respectivos quartos, usando preferencialmente os elevadores.

Outros telefonam para a portaria ou espreitam periodicamente pelas portas dos quartos para observar o que se está realmente a passar, enquanto que a maioria simplesmente espera que o sinal de alarme pare ou, eventualmente alguém lhes transmita que, de facto, se trata realmente de uma emergência e que há mesmo a necessidade de evacuar.

Este problema tem deixado os profissionais da área de segurança contra incêndio perplexos ao longo dos anos. Alguns responsabilizam o público pela sua insensatez ao falhar o reconhecimento do risco potencial indicado pelo sinal de alarme. Com efeito, em muitas emergências relacionadas com incêndios uma resposta rápida é critica para a sobrevivência. No entanto, é incorrecto atribuir o problema apenas à insensatez do público



Tong e Canter [1985], citados por Coelho [1997] realizaram um estudo no qual inquiriram aleatoriamente 71 pessoas na rua, as quais confrontaram com um questionário contendo as seguintes questões:

1. frequência com que têm ouvido sinais de alarmes e de que espécie;
2. capacidade para distinguir diferentes tipos de alarmes;
3. como é que conseguem perceber que se trata de um alarme de incêndio e não outro qualquer;
4. quando o sinal de alarme deixou de se ouvir, o que pensam que aconteceu;
5. qual a primeira reacção ao alarme;
6. que reacção têm, geralmente, as outras pessoas ao sinal de alarme.

Para a primeira questão deste inquérito, foram obtidos os seguintes resultados:

Frequência	%
Muitas vezes	15
Bastantes vezes	30
Algumas vezes	15
Raramente	24
Muito raramente	15
Não responderam	1

**Tabela 2:** Frequência dos contactos com sinais de alarme

Da análise da Tabela 2, verifica-se que uma percentagem significativa dos inquiridos estava bastante familiarizada com os sinais de alarme.

Relativamente aos resultados relativos à segunda questão, pôde-se verificar que existia um elevado número de inquiridos que, face ao som de um alarme, não eram capazes de identificar a sua causa, o que nos leva a concluir da necessidade de familiarizar os ocupantes com o som proveniente de um alarme de incêndio.

Capacidade	%
Capaz	55
Incapaz	45

**Tabela 3:** Capacidade para distinguir os sons dos alarmes



Para a questão 3, os resultados obtidos foram os seguintes:

Razões	%
Recepção de informação oral	34
Familiaridade	18
Na incerteza consideram-no como de incêndio	14
Natureza do som ouvido	8
É o único alarme que existe na proximidade	8
Alarme escutado com frequência	7
Familiaridade com exercícios de evacuação	3
Chegada dos bombeiros	3
Não responderam	5

**Tabela 4:** Razões para considerar o alarme como sendo de incêndio

Verificou-se que apenas uma pequena percentagem (11% dos quais 8% devido à natureza do som e 3% devido à familiaridade com exercícios de evacuação) das respostas tem uma relação directa com o som emitido pelo sistema de detecção.

Relativamente à questão 4, os resultados obtidos foram os seguintes:

Interpretação	%
Exercício de evacuação	39
Operações de manutenção do sistema	23
Incêndio real	14
Disparo acidental	14
Falso alarme provocado	2
Não responderam	8

**Tabela 5:** Primeira interpretação do significado do alarme

De realçar que, apenas 14% dos inquiridos interpretarem o sinal com sendo resultado de um incêndio real.

Para a 5.<sup>a</sup> questão, os resultados foram os seguintes:



Reacção	%
Ignoram o alarme	24
Procuram saber de que é o alarme	24
Procuram comprovar a existência de um incêndio	13
Avisam terceiros para deixar o edifício	13
Deixam o edifício	11
Aconselham terceiros a continuarem a sua actividade	7
Contactam os bombeiros	2
Exprimem contentamento pelo facto de as aulas terem terminado	1
Não responderam	5

**Tabela 6:** Reacção ao alarme

Da tabela anterior, é de notar a elevada percentagem (24%) dos inquiridos que pura e simplesmente ignoram o alarme.

Finalmente, para a questão 6, os resultados obtidos foram os seguintes:

Percepção	%
Deixar o edifício em resposta a instruções	38
Ignorar o alarme	18
Continuar a actividade anterior, apesar da incerteza	13
Deixar o edifício, apesar da incerteza	13
Sair assim que o alarme termine	9
Em resposta a instruções mantêm a actividade anterior	5
Ignorar as instruções	2
Observar o incêndio	5

**Tabela 7:** percepção da reacção ao alarme de outros ocupantes

Deste inquérito, e apesar de a amostra ser pequena, pode referir-se a existência de alguns comportamentos pouco racionais, para além de que se verifica alguma dificuldade de identificação da natureza do sinal. Este estudo demonstrava assim a necessidade de familiarizar os ocupantes dos edifícios com o sinal de alarme, bem como, de os sistemas de detecção emitirem sinais perfeitamente identificáveis.



Os mesmos autores realizaram um outro estudo que consistiu na análise de diversos exercícios de evacuação, no sentido de verificar a forma como os ocupantes interpretavam os sinais de alarme.

Da análise dos resultados deste estudo verifica-se que cerca de 74 % dos inquiridos associaram o sinal a um exercício, enquanto que 14 % julgaram tratar-se de um incêndio real.

As razões para estas respostas estão ligadas a diversos factores, destacando-se o contacto regular com exercícios de evacuação.

Um inquérito realizado a pessoas envolvidas em incêndios reais, acerca da interpretação que elas deram ao alarme, teve os seguintes resultados:

Interpretação	%
Incêndio	39
Falso alarme	23
Exercício de evacuação	14
Alarme de relógio	14
Não responderam	8

**Tabela 8:** Interpretação do sinal de alarme por pessoas envolvidas em incêndio

Face aos resultados obtidos nestes estudos, coloca-se a questão de saber qual a melhor forma de comunicação aos ocupantes de um edifício de uma situação de incêndio real, verificando-se alguns problemas, dos quais se destacam os seguintes:

- dificuldade em distinguir entre um alarme de segurança contra incêndio e outro tipo qualquer de alarme;
- dificuldade de as pessoas considerarem um alarme de segurança contra incêndio como sendo a indicação de um incêndio real;
- dificuldade de os sistemas de alarme de segurança contra incêndio poderem também dar informação que ajude as vítimas de incêndio na tentativa de fuga ao incêndio.

### 2.5.3. Sinais de alarme como fonte de informação

Na tentativa de entender o porquê das pessoas falharem na resposta a sinais de alarme, faz todo o sentido repararmos no valor da informação prestada pelos mesmos. Ou seja, em que termos, será o sinal de alarme útil, no sentido de reduzirmos o grau de incerteza das pessoas, e estas tomarem consciência da realidade da situação.



No desenvolvimento destes estudos há um factor que sobressai, que é o facto de as pessoas falharem na percepção de que o sinal de alarme que estão a ouvir indica a necessidade imediata de evacuação do edifício.

De facto, tive a oportunidade de presenciar, logo no primeiro simulacro efectuado no desenvolvimento deste trabalho, algumas questões colocadas por alguns funcionários, entre os quais, alguns com cargos de chefia, do género: “mas afinal, como é que nos sabemos que, perante este sinal de alarme, há necessidade de evacuação? Nunca ninguém nos disse nada...!”. De notar, que alguns destes funcionários laboravam na empresa há mais de uma dezena de anos, e deste modo, teriam que ter presenciado pelo menos uma dezena de simulacros.

Face ao referido anteriormente, torna-se extremamente válido e importante estabelecer e divulgar um sinal de evacuação tipo para reduzir a incerteza associada ao mesmo.

Deste modo, dever-se-á fornecer informação acerca do tipo de sinal de alarme e efectuar todos os esforços para evitar repetições. Muitas das vezes, os responsáveis dos edifícios falham ao não dar qualquer tipo de explicação. Quando é transmitido aos ocupantes que o alarme é falso ou que foi apenas um teste, não lhes é transmitido que medidas estão a ser tomadas para evitar ocorrências do mesmo tipo.

Ao falhar na distribuição desta informação está-se a sugerir aos ocupantes do edifício de que o próximo sinal de alarme é uma repetição do mesmo problema. Estudos de redução de falsos alarmes tem demonstrado que fornecer informações acerca da fonte dos falsos alarmes e das correcções efectuadas, aumentam o nível de respostas adequadas, por parte dos ocupantes, a futuros sinais de alarme. Felizmente, novas tecnologias de detectores de fumo têm vindo a diminuir a incidência destes falsos alarmes.

Outra medida que poderá ser usada, para minimizar o impacto de falsos alarmes, passa pelo uso de pré-sinais de alarme. No entanto, esta é uma medida que requer, a vários níveis, a interacção de pessoal treinado e consequentemente familiarizado com o sistema de alarme de incêndio, com o propósito de evitar falsos alarmes.

Quando aplicadas correctamente, estas medidas podem diminuir, em grande escala, os falsos alarmes, e com isso, melhorar o nível de resposta dos ocupantes do edifício quando se trata realmente de um incêndio. Pelo contrário, havendo um fraco planeamento ou execução destas medidas, o atraso na resposta por partes dos ocupantes do edifício é bem mais provável perante um incêndio real.

De notar que o presente estudo foi desenvolvido numa empresa em que este pré-sinal de alarme era utilizado. No entanto, visto que, para se dar início aos simulacros, se recorreu à quebra de botões de alarme, este tipo de alarme não foi utilizado. Este consiste num toque intermitente que, se ao





fim de 30s não for desactivado, passa a contínuo, indicando a necessidade de evacuação das instalações fabris.

Mas, afinal, será que um simples sinal de evacuação será suficiente para informar os ocupantes de uma situação de emergência? Assumindo que um ocupante de um edifício reconhece um sinal indicativo da necessidade de evacuação, o sinal, por si só, não fará pouco para reduzir a incerteza pela sua perspectiva? O sinal não indica o local nem a severidade do incêndio, e, mais importante ainda, se a emergência sequer existe.

A informação é importante, e vários estudos indicam que a população adulta atrasa instintivamente, a sua resposta perante uma situação de ameaça até que esta esteja bem entendida.

Neste sentido, não serão os sistemas de alarmes vocais mais eficazes, na medida em que, enviam mensagens aos ocupantes do edifício e dedicadas em termos de prioridade.

Estes sistemas têm vindo a demonstrar que são mais efectivos em induzir a acção aos ocupantes do edifício, porque a informação transmitida é muito maior. Usados correctamente, eles podem definir a natureza e localização da ameaça e recomendar um comportamento de resposta efectivo/adequado.

No entanto, estes tipos de alarme têm que ser usados com bastante cuidado, uma vez que, fornecendo informação incorrecta, a sua efectividade está seriamente comprometida. Os ocupantes do edifício começaram a desconfiar acerca da veracidade do sinal de alarme. Mais importante ainda, o perigo para estes pode aumentar quando a informação está associada a uma consciencialização errada da situação.

Analizados os vários tipos de sinal de alarme, e não querendo entrar em discussões acerca de qual o que melhor se adequa a esta ou aquela organização, há um factor que assume especial importância: a divulgação dos tipos de sinal de alarme utilizados e qual o seu significado.

Com esta informação, os tempos de pré-evacuação tenderão a diminuir, uma vez que, há um menor grau de incerteza por parte dos ocupantes dos edifícios.

Há, no entanto, outros factores que influenciam o tipo e/ou celeridade da resposta dos ocupantes de um edifício perante uma situação de emergência. Um deles prende-se com o facto de se efectuar os simulacros de incêndio com ou sem aviso prévio.



#### **2.5.4. Condições de realização dos simulacros de evacuação**

Na realização de simulacros de emergência, temos duas formas de os efectuar: com ou sem aviso prévio.

O fogo é sempre inesperado. Se os simulacros são levados sempre da mesma forma e sempre às mesmas horas, estes tendem a perder a maior parte do seu valor.

Por outro lado, quando, e por qualquer razão, durante um incêndio não for possível seguir as rotinas normais de evacuação de emergência e de retorno aos locais de onde os ocupantes saíram, a confusão e o pânico poderão surgir.

Os simulacros devem ser planeados de forma cuidada e simularem condições de incêndio. Não devem apenas ser treinados vezes sem conta, mas sim, ser treinados diferentes caminhos de evacuação, na medida em que, o fogo ou o fumo podem influenciar o normal decorrer de uma evacuação.

O tipo de simulacro que é levado a cabo, ou quando os ocupantes de um edifício deverão ser ou não avisados, depende das intenções coordenador das operações.

Por um lado, um simulacro com aviso prévio, permite que os ocupantes se preparem antes da evacuação. Estes devem ser exercícios de aprendizagem estruturados, em que os ocupantes efectuem as acções que devem tomar quando o sinal de alarme de evacuação for accionado. Além disso, estes podem também ser usados para dar a conhecer novos procedimentos aos ocupantes ou novos caminhos de evacuação.

Por outro lado, simulacros sem aviso prévio (ou surpresa) são o melhor indicador daquilo que poderá ocorrer sob as condições de emergência actuais.

Ao longo da minha curta carreira profissional, este tema foi sempre muito pouco consensual. Há autores que defendem que um simulacro sem aviso prévio pode gerar situações de pânico, conduzir a acidentes desnecessários e que este tipo de simulacros pode reduzir a percepção por parte dos ocupantes de que, o alarme indica realmente uma emergência.

De igual modo, estes defendem que o objectivo de um simulacro é apenas de treinar/sensibilizar os ocupantes de um edifício para situações de emergência, pelo que, se deve avisar os ocupantes que o mesmo vai ser realizado.

Outros autores defendem o contrário, ou seja, que os simulacros de incêndio deverão ser efectuados sem aviso prévio, por forma a treinar os colaboradores para situações idênticas às reais.



Analizados as duas perspectivas, penso que ambas as formas deverão ser utilizadas. É certo que os simulacros servem para sensibilizar/treinar os ocupantes do edifício, mas também se sabe que com aviso prévio, há uma tendência para um certo facilitismo, e, conseqüentemente, uma menor assimilação dos objectivos pretendidos.

Penso também que se poderá afirmar que, num certo sentido, os simulacros de evacuação sem aviso prévio são uma forma útil de avaliar a preparação dos ocupantes do edifício.

Deste modo, sou da opinião que primeiramente devem ser definidos os objectivos pretendidos do simulacro para depois se optar ou não pelo aviso prévio aos ocupantes do mesmo.

No desenvolvimento deste estudo, tive a oportunidade de observar estes dois tipos de simulacros, visto que, dos três simulacros efectuados, o primeiro efectuou-se com aviso prévio.

Pela análise dos dados obtidos, julgo que a demora na reacção ao sinal de alarme está directamente ligada com o facto de, na empresa onde este estudo se desenvolveu, haver sempre um aviso prévio. Deste modo, a primeira reacção dos trabalhadores foi de simplesmente ignorar o alarme.

Com isto, penso que os simulacros deverão ser conduzidos variadas vezes e de diferentes modos, com o intuito de preparar os ocupantes para uma situação o mais próxima possível de uma situação real de emergência.

Julgo que apenas desta forma se evitará que os ocupantes de um edifício levem esta preparação como um mero "protocolo" que, periodicamente, tem que ser efectuado.

Há no entanto, outras razões apontadas, que levam os ocupantes a não reagir correctamente aos sinais de alarme.

#### **2.5.5. Outras razões para não proceder à evacuação que não as do sinal de alarme.**

No mesmo estudo, Groner [2000] refere que o valor da informação do sinal de alarme não é o único factor determinante na forma como as pessoas respondem a esse sinal. Há outros aspectos a ter em conta:

Persistência na tarefa: as pessoas não gostam de ser interrompidas. A remota possibilidade de haver um incêndio pode não ser razão suficiente para as demover a deixar o que estão a fazer e evacuar as instalações.

Evitar e negar a ansiedade: as pessoas querem evitar sentimentos de ansiedade que o perigo de incêndio pode provocar. Portanto, elas tendem a



evitar a interpretação de um sinal de alarme como uma indicação de um perigo real.

Funções sociais: as pessoas respondem a alarmes de incêndio com total ausência de sentido do perigo, dado que outras pessoas esperam este comportamento por parte delas. Um exemplo familiar: as crianças podem facilmente treinadas para evacuar imediatamente uma escola. No entanto, com adultos, na maior parte das vezes, é importante reconhecer que a efectividade das funções sociais dependem de complicados contextos de cultura e de organização.

A boa vontade dos ocupantes do edifício em cooperar em simulacros de incêndio, tipicamente depende de como os responsáveis pelo edifício cumprem efectivamente as suas funções. Contudo, mesmo o melhor dos responsáveis de segurança do edifício, encontra dificuldades em convencer as pessoas de que o sinal de alarme deverá indicar perigo, quando os ocupantes estão frequentemente a ser “incomodados” por testes do sistema de alarme, simulacros sem aviso prévio e falsos alarmes.

Percepção do risco: quanto maior é a percepção do risco quando um sinal de alarme de incêndio é detectado, melhor a pessoa responderá. Modelos mentais relacionados com percepções de risco, indicam que as pessoas têm uma falha no seu modelo mental acerca de que forma um pequeno incêndio poderá evoluir para uma situação de risco que ameace a sua vida.

Importa agora, analisar em que medida os factores ao nível das disposições construtivas podem directa e indirectamente influenciar a resposta desse mesmo indivíduo num simulacro de incêndio.



## 2.6. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Idealmente, no design dos todos edifícios, dever-se-iam considerar factores de risco associados à sua densidade ocupacional e à possível existência de incêndios, para além de que, aqueles deveriam também possuir características que, de um certo modo, minimizassem aqueles riscos.

O propósito do design da segurança contra incêndio em edifícios é permitir que os sus ocupantes evacuem antes de destes “conhecerem” os efeitos do fogo.

Neste sentido, seria de esperar que a construção, em termos de resistência ao fogo de um edifício, devesse permitir que os seus ocupantes evacuassem o mesmo sem o colapso da estrutura.

Algumas das estratégias usadas para limitar estes riscos estão relacionadas com a protecção e prevenção de incêndios, assim como, com o controlo dos ocupantes.

São, infelizmente, frequentes incêndios em edifícios com consequências dramáticas, devido à inutilização de vias de evacuação, através de calor e do fumo ou, simplesmente, por obstrução das mesmas (Miguel [2007]).

Vários autores referem que muitas das estratégias de prevenção contra o incêndio são desenvolvidas para abrandar ou desviar o movimento do fogo e do fumo e não para o parar. Deste modo, a chave do problema é como mover os ocupantes.

A estratégia de evacuação dos ocupantes envolve, quer elementos de design do edifício, quer as formas de comportamento e treino dos ocupantes.

Em relação aos princípios de design do edifício, estes autores consideram que deverão prever-se as seguintes disposições:

- Existência de duas saídas em qualquer localização dos ocupantes;
- Existência de saídas em número, tamanho e espaço suficientes;
- Caminhos de evacuação com capacidade adequada face ao número de ocupantes;
- Existência de regras e protecções ao nível das saídas de emergência, como por exemplo:
  1. Sinalização e iluminação correcta das mesmas;
  2. Limitação do armazenamento de materiais combustíveis junto das mesmas;
  3. Enclausuramento das caixas de escadas;



4. Controlo do fumo, de modo a proteger a atmosfera nas saídas de emergência.

- Evacuação para o exterior ou para locais protegidos, ou adequação da defesa dos locais onde os ocupantes deverão permanecer;
- Evitamento de sistemas de segurança provisórios.

A protecção das saídas de emergência começa na construção de barreiras para separar os locais de emergência de outros locais onde o incêndio possa começar. As escadas deverão ser enclausuradas para as separar dos outros espaços.

Por outro lado, as saídas de qualquer sala ou compartimento devem ser adequadas ao número de ocupantes que essas mesmas saídas irão servir, o que faz com que haja a necessidade de determinar o seu número e largura.

Outro aspecto a ter em conta deverá ser a existência de uma separação das diversas saídas de emergência, de modo a que, em caso de alguma estar bloqueada, haja a possibilidade de saída para o exterior.

De igual modo, também os caminhos de evacuação não deverão envolver grandes distâncias, por forma a que a evacuação dos ocupantes para um local seguro, seja feita no mais curto espaço de tempo.

Também a NFPA 101: Life Safety Code<sup>2</sup>, refere que, para salvaguardar a segurança dos ocupantes de um edifício perante condições de incêndio, são requeridos os seguintes pontos:

- Um número suficiente de saídas de emergência, que deverão estar devidamente sinalizadas e desobstruídas;
- Protecção das saídas de emergência contra o fogo, calor e fumo durante o tempo de evacuação determinado pela ocupação do edifício, distância e capacidade das mesmas;
- Providenciar saídas de evacuação alternativas para uso, no caso de haver bloqueio de uma delas por fogo, calor ou fumo;
- A compartimentação das áreas através de construções apropriadas para assegurar áreas de refugio nas ocupações, onde a evacuação total, não é uma consideração primária;

---

<sup>2</sup> NFPA 101: Life Safety Code - foi introduzida em 1927 e revista e reemitida ao longo das sucessivas edições. Foi desenvolvida por vários comités com a supervisão do Technical Correlating Committee da segurança da vida, um grupo representativo dedicado à segurança da vida contra incêndio. A NFPA 101 é primariamente concebida para o controlo das condições que ameaçam a vida dos ocupantes em incêndios. Este objectivo é diferente das regras de protecção contra incêndios, as quais são concebidas para a preservação da propriedade, com o incremento da protecção da vida.



- Protecção de aberturas verticais para limitar as operações de protecção contra incêndios apenas a um simples piso;
- A existência de sistemas de alarme e alerta para os ocupantes e notificando os bombeiros em caso de incêndio;
- A adequada iluminação das saídas de emergência;
- A marcação adequada dos caminhos de evacuação, assim como, as indicações e direcções dos mesmos;
- A protecção de equipamentos ou áreas de maior perigo, que podem produzir um incêndio capaz de colocar em risco a evacuação dos ocupantes;
- Desenvolver, organizar e praticar, efectivamente, os procedimentos dos simulacros de evacuação;
- Prover instruções nos materiais e sistemas de alarme verbais em edifícios com grande densidade ocupacional e com elevados riscos para a vida destes, de modo a facilitar o seu comportamento adaptativo;
- Evitar o uso de materiais de acabamento nos interiores com uma elevada taxa de inflamabilidade ou produção de fumos intensos, que podem colocar em risco a evacuação dos ocupantes.

Em Portugal, e como foi referido anteriormente, não existe, até ao momento, nenhum regulamento de segurança contra incêndios que abranja estabelecimentos industriais. Foi também referido que este tipo de estabelecimentos são, actualmente, apenas abrangidos pelo Regulamento Geral de Segurança e Higiene do trabalho nos Estabelecimentos Industriais (Portaria n.º 53/71, de 3 de Fevereiro, posteriormente alterada pela Portaria n.º 702/80, de 22 de Setembro) que tem por objectivo a prevenção técnica dos riscos profissionais e a higiene nos estabelecimentos industriais.

Neste Regulamento são abordadas condições a observar nas vias de passagem, comunicações e saídas em termos de largura e número, são regulamentadas as condições mínimas exigidas nas comunicações verticais, a necessidade ou não, de iluminação de emergência instaladas no edifícios, as medidas de prevenção e protecção contra o fogo e por fim, as condições a observar nas saídas de emergência.

O actual projecto de Decreto-Lei referente ao novo RGSCIE, que aguarda publicação governamental, vem preencher esta lacuna legislativa, uma vez que abrange, pela primeira vez, os estabelecimentos industriais.

Neste Regulamento, e nomeadamente no seu capítulo IV, são abordadas as condições gerais de comportamento ao fogo, isolamento e protecção, para as diferentes utilizações-tipo. Nas diferentes secções deste capítulo, são abordados, entre outros, os aspectos respeitantes à resistência ao fogo de



elementos estruturais e incorporados, os aspectos relativos à compartimentação geral corta-fogo, os requisitos de isolamento e protecção dos diferentes locais de risco e isolamento e protecção de meios de circulação.

No capítulo V deste Regulamento, são abordados os aspectos relativos às condições gerais de evacuação. Nas diferentes secções deste capítulo são abordados, entre outros, aspectos relativos ao cálculo do efectivo total das diferentes utilizações-tipo, são referidos os critérios de dimensionamento dos caminhos de evacuação e das saídas, o número, local e distribuição das saídas, a largura das mesmas e dos caminhos de evacuação, as distâncias a percorrer, e as condições gerais de evacuação do diferentes locais de risco.

São ainda abordados neste capítulo, as condições que devem observar as vias de evacuação horizontais e verticais. Na parte final do mesmo, é também referida a necessidade de existência de zonas de refúgio, para determinado tipo de edifícios.

Posteriormente, no capítulo VII, são abordadas as condições gerais dos equipamentos e dos sistemas de segurança e no capítulo VIII, as condições gerais de organização e gestão da segurança.

Por fim, no capítulo IX, são abordadas questões específicas de cada utilização-tipo, sendo as do tipo industrial especificadas na secção X.

Como é do conhecimento geral, todos os edifícios estão expostos ao risco de incêndio. É, pois, necessário garantir a implementação de medidas visando impedir a sua deflagração ou, pelo menos facilitar o controlo do fogo.

Com intuito de avaliar este risco, efectuou-se uma avaliação do risco de incêndio do estabelecimento industrial em que foi desenvolvido este projecto. Para tal, utilizou-se o método de Gretener, que permite avaliar quantitativamente o risco de Incêndio, assim como a segurança contra incêndio, através de critérios de avaliação uniformes e bem definidos.

Com os resultados obtidos nesta avaliação, foi possível identificar se as condições existentes referido estabelecimento contribuem para a deflagração de incêndios e, em caso de necessidade, apresentar as medidas de controlo mais adequadas.

Com os resultados obtidos, verificou-se que o edifício em questão se encontra adequadamente protegido relativamente ao risco de incêndio.

Esta avaliação e respectivos resultados encontram-se no anexo A.





## ORGANIZAÇÃO DA EMERGÊNCIA

### 3. A Importância dos Procedimentos de Emergência

Muitos investigadores de segurança contra incêndio definem o comportamento humano perante o fogo como “episódios da Natureza”, onde os ocupantes tomam uma variedade de acções sequenciáveis, em que, cada episódio tem um número considerável de acções observáveis.

Enquanto a sequência dos processos de decisão é importante nas emergências de incêndios, os planos de acção relativos à execução de cada episódio individual são também importantes (Ozel [2001]).

Na nota introdutória do 2.º capítulo deste projecto, foram ilustradas algumas estatísticas resultantes das intervenções dos bombeiros entre os anos de 1998 e 2003. Um dos factores apontados foi a falta ou má preparação dos colaboradores das empresas para os factores de risco existentes nos seus locais de trabalho, assim como para a inexistência de formação/sensibilização e treino dos mesmos para eventuais situações de emergência.

Estas acções, não são mais do que medidas básicas de prevenção para, neste caso, servirem para as organizações se protegerem de acontecimentos inesperados.

Falamos, deste modo, da necessidade de as empresas desenvolverem e implementarem procedimentos com vista à prevenção e protecção de incêndios, assim como de preparação para situações de emergência.

De acordo com Castro e Abrantes [2004], o PEI é o documento que contém a estrutura da organização de Segurança, os procedimentos a seguir e as responsabilidades dos diversos intervenientes nas acções de intervenção e de apoio em situações de emergência.

Este documento tem como objectivo principal fornecer, de forma clara e prática, as informações necessárias que permitam, em situações de emergência, assegurar a garantia da segurança das pessoas, bens e equipamentos envolvidos nas instalações dos edifícios em questão.

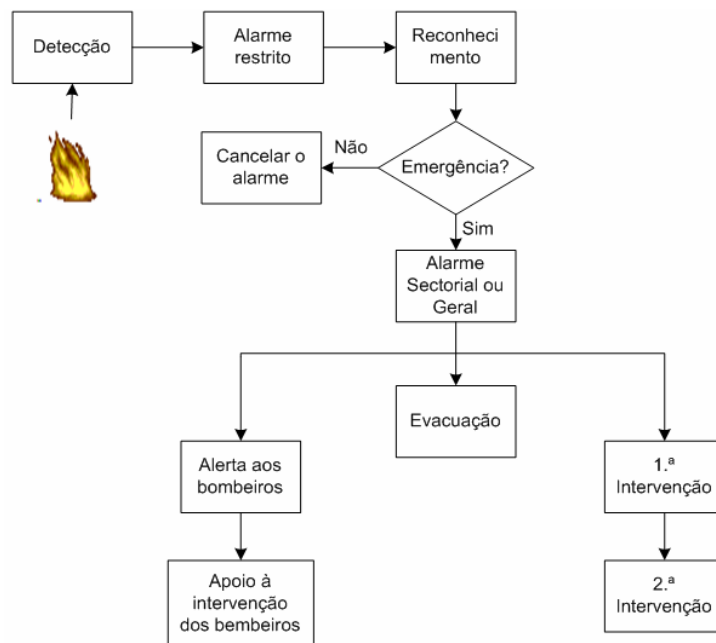
Neste sentido, este documento deverá ser elaborado com base nos critérios previsíveis de incêndio ou outras situações de emergência inerentes aqueles estabelecimentos.



A título de exemplo, os mesmos autores referem ainda que, na sua generalidade, o “corpo” de um Plano de Emergência Interno, deverá conter os seguintes tópicos:

- Riscos de incêndio do estabelecimento;
- Traços gerais da organização de segurança da empresa, contemplando as diferentes equipas (evacuação, intervenção), respectiva missão e responsabilidades a concretizar numa situação de emergência;
- Medidas de natureza preventiva de ordem geral adoptadas para fazer face aos riscos anteriormente referidos;
- Os procedimentos de alarme, ou seja, o que se deve fazer quando se detecta uma situação de emergência, por forma a alertar os ocupantes do estabelecimento;
- As medidas que qualquer pessoa deve adoptar, com vista a uma evacuação segura até ao exterior ou a um ou local seguro, em caso de emergência;
- Definição dos procedimentos a seguir por cada uma das equipas na concretização da sua missão – medidas especiais de segurança (plano de evacuação, tácticas particulares de combate a incêndio, etc.);
- Anexos vários, com destaque para as plantas de emergência e esquemas de emergência.

Abordado, em termos genéricos, o conteúdo de um Plano de Emergência, e tendo em consideração o tema deste projecto, focar-nos-emos nos aspectos referentes ao processo de evacuação de pessoas. Um exemplo das fases de desenvolvimento de uma situação de emergência, pode ser observado na Figura 5 (Castro e Abrantes [2004]):



**Figura 5:** Exemplo das fases de desenvolvimento de uma situação de emergência

De acordo com a figura anterior, tudo começa pela fase da detecção ou percepção de um alarme de incêndio.

Seguidamente, há a necessidade de reconhecimento, que nos leva a decidir se há ou não, uma situação real de emergência. Caso se confirme, procede-se ao accionamento de um alarme que pode ser sectorial (afecta parte de um edifício) ou geral (afecta a totalidade do edifício), para de seguida se proceder à evacuação dos ocupantes e à fase de intervenção e alerta, em caso de necessidade, de meios externos.

Em suma, pode-se sequenciar uma evacuação de emergência de acordo com o seguinte:

1. Detecção;
2. Decisão;
3. Alarme;
4. Reacção;
5. Evacuação para a área exterior ou local seguro.

Sendo que, as 4 primeiras denominam-se de tempo de pré-evacuação, ou seja, todo o tempo que os colaboradores levam até à decisão que os leva a evacuar para um local seguro. A sua especial importância, está directamente relacionada com o facto de a maior parte dos grandes incêndios resultarem de pequenos fogos, e o que acontece nos momentos imediatos aos mesmos, determina normalmente a sua extensão e a



severidade dos seus danos. (citado em “Excerpts from Introduction to Employee Fire and Life Safety” – NFPA [2001])

Estando o edifício desenhado para uma evacuação segura, com sistemas de prevenção e protecção contra incêndio e as organizações possuindo uma adequada organização de emergência, importa agora formar/sensibilizar e treinar os ocupantes do mesmo para os princípios comportamentais que estes devem observar numa situação de emergência, nomeadamente numa evacuação. São exemplos de tais princípios os seguintes:

- Saber para onde evacuar o edifício;
- Conhecer duas saídas alternativas;
- Evacuar o edifício de forma ordeira e rápida;
- Praticar os exercícios de evacuação;
- Verificar as saídas antes de evacuar o edifício (tomar conhecimento das portas);
- Caminhar abaixado, em caso de existência de fumos;

Vale a pena salientar a importância da necessidade de simulações/exercícios de evacuação. Aprender as regras para uma evacuação segura não são suficientes.

A título de exemplo, vejamos o caso de alguém que tenha lido acerca de como conduzir e até tenha passado o exame de teórico de condução. Haverá sempre a necessidade da prática da condução para que esse alguém esteja apto passar o exame prático.

Outro factor que pode ser determinante na preparação dos ocupantes de um edifício perante uma situação real, é o facto de que, a maior parte das vezes, estes esteve perante tal situação.

Deste modo, não fazem ideia da rapidez que um incêndio pode tomar e do que poderá atingir. Na maior parte das vezes, não há o conhecimento do fenómeno do fogo (flashover<sup>3</sup>). Existe portanto, uma perda de tempo e

---

<sup>3</sup> O termo *flashover* foi introduzido pelo cientista britânico P.H. Thomas, nos anos 60, e foi usado para descrever a teoria do crescimento de um fogo até o ponto onde se torna um incêndio totalmente desenvolvido. Ainda que os cientistas e pesquisadores definam o termo *flashover* de diferentes formas, a maioria deles se baseia no conceito da temperatura resultante da ignição simultânea dos materiais combustíveis de um determinado ambiente.

A teoria do *flashover* diz que durante o crescimento do incêndio, o calor da combustão poderá aquecer gradualmente todos os materiais combustíveis presentes no ambiente e fazer com que eles alcancem, simultaneamente, a temperatura de auto-ignição, produzindo a queima instantânea e concomitante desses materiais (dita, ignição súbita generalizada ou inflamação generalizada). Isso acontece porque a camada de gases do incêndio (gases



estes não podem dar-se ao luxo de hesitar acerca da existência ou não de um incêndio.

Lerup [1978] afirma que os seus estudos o levam a acreditar que as decisões mais importantes dos indivíduos perante um incêndio e consequente ameaça às suas vidas, ocorrem antes da chegada das equipas de intervenção/brigadas de incêndio, nos primeiros estágios do incêndio, nomeadamente para as áreas em directo contacto com o fogo.

Outro erro, que ocupantes sem preparação cometem, prende-se com o facto de estes tomarem como percurso de evacuação o seu percurso normal para o posto de trabalho, mesmo que neste haja risco de incêndio. Treinar comportamentos seguros é a única forma de nos certificarmos que eles vão ser tomados em caso de necessidade.

---

aquecidos) que se cria no tecto da edificação durante a fase de crescimento do fogo irradia calor para os materiais combustíveis situados longe da origem do fogo (zona de pressão positiva). Esse calor irradiado produz a pirólise dos materiais combustíveis do ambiente. Os gases que se produzem durante este período se aquecem até a temperatura de ignição e ocorre o *flashover*, ficando toda a área envolvida pelas chamas.

---

## SIMULACROS DE EVACUAÇÃO

### 4. A importância dos Simulacros de Evacuação

Os simulacros de evacuação são efectuados em diversos tipos de locais de trabalho, tais como fábricas e edifícios administrativos, com o objectivo de familiarizar os seus ocupantes com os meios de evacuação existentes nos respectivos edifícios.

Tal como foi referido anteriormente, os simulacros de evacuação fornecem experiências em diversos tipos de situações de emergência, desde, incêndios, materiais perigosos, ameaças de bomba e falhas nos sistemas dos edifícios.

Formar os ocupantes dos edifícios acerca dos procedimentos a seguir numa emergência que requeira uma evacuação é a primeira das razões para se realizarem simulacros de evacuação.

A maioria dos ocupantes dos edifícios entram e saem pelas mesmas portas, pelo que, as escadas e/ou saídas alternativas podem não lhes ser familiares, mesmo para aqueles que, eventualmente, trabalhem no mesmo local há vários anos.

Os simulacros de evacuação proporcionam aos ocupantes a oportunidade de estes conhecerem, localizarem e usarem caminhos alternativos sob condições não ameaçadoras. Deste modo, qualquer que sejam as razões para a condução de um simulacro de evacuação, este serve para formar os seus ocupantes, avaliar os planos de emergência existentes e identificar potenciais saídas como meios de evacuação do edifício.

De igual modo, se estes simulacros servem para os ocupantes reconhecerem e se familiarizarem com os sinais de alarme, tomar posteriormente as acções apropriadas, incluindo, por exemplo, o desligar das máquinas.

Depois de completados, os simulacros fornecem aos seus organizadores dados acerca da resposta dos ocupantes do edifício e seus sistemas de protecção contra incêndio. Sendo bem planeados e bem executados, são ferramentas bastante efectivas para criar ambientes de trabalho mais seguros relativamente às variadas situações de emergência citadas. (citado em "Excerpts from Introduction to Employee Fire and Life Safety" – NFPA [2001])



---

## PARTE II DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

---



## DESCRIÇÃO E TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

### 5.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Como foi inicialmente descrito, este trabalho tinha como objectivo avaliar a influência de um período de treino no comportamento de trabalhadores e consequentemente, no seu tempo de evacuação, em caso de emergência.

Consideraram-se como variáveis, que se pensou poderem influenciar directamente os tempos de evacuação, a média de idades e o número de trabalhadores de cada secção, assim como a distância média dessas mesmas secções relativamente ao ponto de encontro. Além disso, analisaram-se também os tempos iniciais e finais de evacuação, já anteriormente descritos, com vista, a análise do comportamento das secções pelo seu todo.

Escolheram-se as variáveis descritas, vistos serem facilmente quantificáveis. Outras variáveis descritas na análise bibliográfica, tais como, as referidas nas disposições construtivas, poderiam ter sido consideradas, mas, sendo variáveis qualitativas, seriam bastante mais difíceis de qualificar.

Para tal, analisou-se o risco de incêndio do edifício, no qual estas questões foram abordadas, tendo-se concluído que o edifício em questão estava suficientemente protegido.

Neste estudo foram efectuados três simulacros de incêndio, tendo o primeiro sido precedido de um aviso prévio. De referir que este tipo de simulacro era o único realizado na empresa, no passado.

Para a simulação dos incêndios, utilizou-se uma máquina de fazer fumo, a qual era colocada em locais previamente escolhidos e sem o conhecimento dos trabalhadores.

Dado que o objectivo era avaliar o comportamento de trabalhadores, nos simulacros seguintes não se efectuou nenhum tipo de aviso, tendo-se obtido os resultados apresentados mais à frente.

O tipo de formação dado aos trabalhadores de cada secção, através dos seus encarregados, consistiu no seguinte:

- Diferenciação dos alarmes de incêndio existentes na empresa e seu significado;





- Definição dos caminhos de evacuação para cada secção;
- Comportamentos esperados, tais como, não correr, desligar a maquinaria existente nos seus locais de trabalho, e quando da chegada aos respectivos pontos de encontro, efectuar a contagem dos trabalhadores de cada secção.

No final de cada simulacro foram efectuadas reuniões com os encarregados de todas as secções da empresa, em que se procurou corrigir comportamentos incorrectos por parte dos seus colaboradores. A título de exemplo, refere-se o comportamento adoptado por alguns trabalhadores que não se encontravam na respectiva secção e quando do sinal de alarme, utilizavam um caminho de evacuação próximo do local de origem do fumo.

No ponto seguinte são apresentados os dados obtidos na realização dos simulacros de incêndio, assim como o seu tratamento estatístico, e apresentadas as respectivas conclusões.

## **5.2. A PERSPECTIVA DA ANÁLISE EM COMPONENTES PRINCIPAIS**

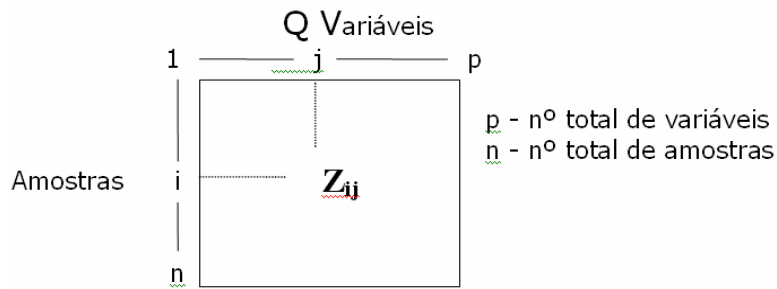
### **5.2.1. Introdução**

Sendo um dos métodos factoriais da Análise de Dados integrados no domínio da Estatística multivariada, a Análise em Componentes Principais (ACP) é uma técnica essencialmente descritiva e adaptada por excelência ao tratamento de dados contidos em quadros multidimensionais de grandes dimensões (os princípios teóricos da ACP encontram-se fundamentados em disciplinas como a Álgebra Linear e a Estatística Multivariada).

Na sua essência a ACP permite a visualização e redução de dados contidos em tabelas de grandes dimensões, cruzando um certo número de indivíduos (leia-se, as amostras do quadro inicial de dados) com as variáveis quantitativas que os caracterizam (entenda-se colunas do quadro inicial).

A ACP possui como objectivo a descrição das estruturas relacionais subjacentes aos dados de partida. A este propósito, observam Pereira e Sousa [1988] «...O objectivo dos métodos descritivos é encontrar, com um mínimo de hipóteses, a priori, uma representação aproximada do quadro de partida que garanta o máximo de conformidade geométrica com os dados...».

Sobre uma matriz de input constituída por números reais (ver adiante a descrição dos dados de partida), é possível encontrar os “factores” (características estruturais básicas) que melhor explicam as relações de proximidade e oposição no interior do conjunto das  $Q$  variáveis, no interior do conjunto das  $n$  amostras e nos dois conjuntos em simultâneo.

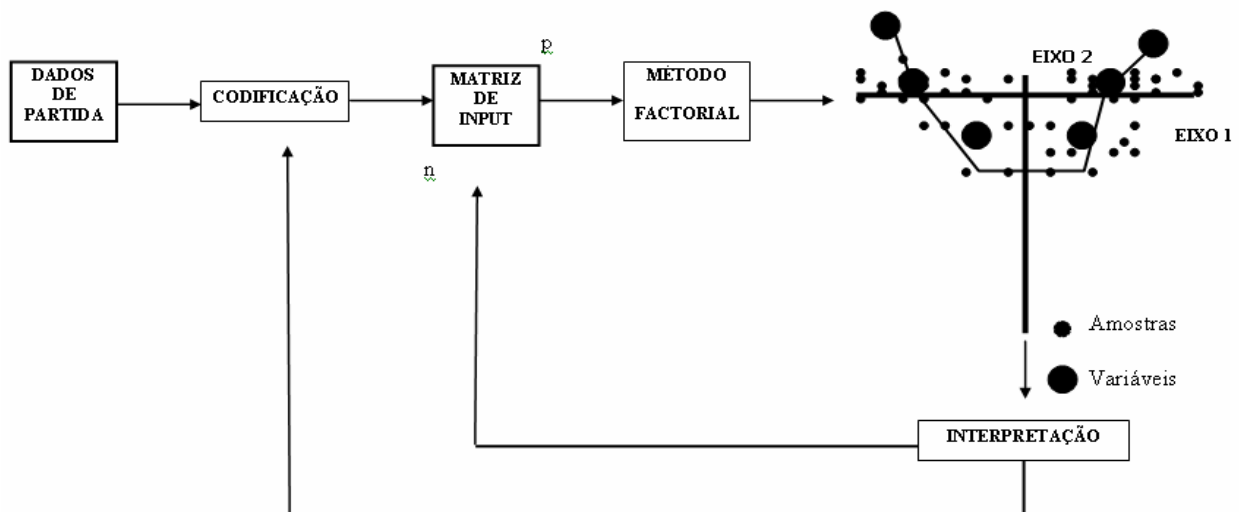


**Figura 6:** Matriz de partida para a Análise de Dados (ACP)

Inerente à aplicação prática dos métodos factoriais, está a definição de uma estratégia recursiva, baseada na confrontação entre a codificação dos dados iniciais e a posterior interpretação dos resultados obtidos em função da codificação adoptada.

Entende-se, neste trabalho, por codificação dos dados de partida, toda uma série de operações de transformação e rearranjo dos dados, até se obter as matrizes de input que, submetidas à ACP, conduzem a resultados interpretáveis.

As codificações utilizadas foram: consideração de códigos identificadores para as amostras e variáveis. A justeza dos resultados só pode ser avaliada e validada caso a caso, face à clareza das interpretações sugeridas pela projecção da nuvem de pontos, o que implica muitas vezes "voltar atrás" para que, numa perspectiva retroactiva, (Figura 7), se possam ensaiar novas codificações, analisando-se em seguida as eventuais melhorias que essas modificações produziram no esclarecimento do fenómeno em estudo.



**Figura 7:** Retroacção em Análise Factorial (Pereira [1990])

Em ACP, os factores, hierarquizados por ordem decrescente da sua importância para a explicação da tabela de partida, constituem um sistema de eixos ortonormais (espaço de dimensão compatível com a interpretação)



onde é possível visualizar, sob a forma gráfica, as projecções da matriz de dados.

A interpretação das projecções baseia-se num conjunto de regras que pretendem evidenciar as relações mais importantes existentes nos dados de partida *“...a interpretação dos gráficos faz apelo a conceitos topomorfológicos, ligados à posição relativa das projecções da nuvem inicial no espaço dos factores retidos e à própria forma sugerida pelo conjunto dessas projecções...”*, (Pereira [1990]).

A ACP permite-nos visualizar, através de gráficos bidimensionais (planos factoriais), conseguidos à custa de uma redução na dimensionalidade espacial dos dados de partida, não só o sistema de relações no interior de cada um dos conjuntos formados pelas variáveis (colunas da matriz) ou pelos indivíduos (linhas da matriz), mas também os sistemas de relações conjuntos existentes entre variáveis e indivíduos.

### 5.2.2. Descrição dos dados de partida

Considerando que a nossa matriz de dados inicial contém variáveis quantitativas, foram efectuadas as codificações que se dão conta na tabela abaixo reproduzida. Os dados referentes aos resultados obtidos em três simulacros de incêndio<sup>4</sup>, individualizam por secções (leia-se os indivíduos da matriz) os diferentes tempos de evacuação.

Foram consideradas como variáveis nos diferentes simulacros, o tempo inicial ( $T_i$  - tempo que o primeiro trabalhador leva a chegar ao ponto de encontro da respectiva secção - em segundos), o tempo final ( $T_f$  - tempo que o último trabalhador leva a chegar ao ponto de encontro da respectiva secção - em segundos), a distância média de cada secção ao respectivo ponto de encontro ( $Dist$  - corresponde ao centro de “gravidade” da secção considerada - em metros), a idade ( $Id$  - idade média dos trabalhadores de cada secção - em anos) e número total de trabalhadores de cada secção (Variável  $Nu$ ).

---

<sup>4</sup> De referir que dos três simulacros efectuados, o primeiro foi elaborado em condições distintas dos restantes, uma vez que houve um aviso prévio que interferiu directamente nos tempos de evacuação obtidos. Os dois últimos ensaios foram efectuados após terem decorrido acções de sensibilização sobre a forma de actuação em caso de incêndio. Faz-se notar que após o segundo ensaio foram não só analisadas as falhas decorrentes deste simulacro, mas também se efectuou o reforço das acções de sensibilização.



		Variáveis								
		Ti1	Tt1	Ti2	Tt2	Ti3	Tt3	Dist	Id	Nu
Indivíduos	ArP	20	37	51	72	42	66	60	34	29
	M78	30	49	76	94	10	68	70	34	47
	Cort	37	80	63	77	26	67	70	32	57
	CI	27	43	67	83	22	36	60	42	9
	Sola	31	112	79	94	19	66	80	41	36
	Mop	30	36	41	46	39	44	30	30	4
	ArPA	15	66	59	68	8	42	75	34	11
	M12	22	53	87	102	28	54	50	37	46
	Ac1	41	80	89	113	28	70	100	39	27
	Ac2	44	80	86	113	31	75	100	36	24
	Ac3	42	82	91	113	37	80	100	37	25
	Ac4	22	47	76	94	16	71	70	38	32
	ArM	22	41	64	72	23	74	60	30	8
	M34	24	85	72	88	25	57	50	34	46
	M56	22	85	97	110	31	63	50	32	45
	C	28	45	58	70	17	51	20	38	40
	CP	28	42	74	90	19	46	20	32	236
	PT	15	19	25	36	21	57	30	37	65

**Tabela 9:** Dados obtidos na realização dos três simulacros de incêndio

Variável	Codificação	Obs.
Tempo de evacuação do primeiro trabalhador da secção no 1.º simulacro	Ti1	Em segundos
Tempo de evacuação do ultimo trabalhador da secção no 1.º simulacro	Tt1	Em segundos
Tempo de evacuação do primeiro trabalhador da secção no 2.º simulacro	Ti2	Em segundos
Tempo de evacuação do ultimo trabalhador da secção no 2.º simulacro	Tt2	Em segundos
Tempo de evacuação do primeiro trabalhador da secção no 3.º simulacro	Ti3	Em segundos
Tempo de evacuação do ultimo trabalhador da secção no 3.º simulacro	Tt3	Em segundos
Distância média da secção ao respectivo ponto de encontro	Dist	Em metros
Idade média dos trabalhadores de cada secção	Id	Em anos
Número total de trabalhadores de cada secção	Nu	

**Tabela 10:** Codificação utilizada para as diferentes variáveis e para os diferentes indivíduos



Indivíduos	Codificação	Obs.
Armazém Peles	ArP	N/A
Montagem 7+8	M78	
Corte	Cort	
Costura – Índia	CI	
Solas	Sola	
Modelação (produção)	Mop	
Armazém Produto Acabado	ArPA	
Montagem 1+2	M12	
Acabamento 1	Ac1	
Acabamento 2	Ac2	
Acabamento 3	Ac3	
Acabamento 4	Ac4	
Armazém de Materiais	ArM	
Montagem 3+4	M34	
Montagem 5+6	M56	
Costura	C	
Costura Pares	CP	
Palmilhas / Tacões	PT	

**Tabela 11:** Codificação utilizada para as diferentes variáveis e para os diferentes indivíduos

### 5.2.3. Tratamento dos dados

Numa análise preliminar a alguns dos indicadores estatísticos obtidos a partir da tabela inicial dos dados e considerando as limitações impostas pelo reduzido número de ensaios realizados, podemos sumariar as seguintes reflexões:

	1.º simulacro		2.º simulacro		3.º simulacro	
	Ti1	Tt1	Ti2	Tt2	Ti3	Tt3
Valor máximo	44	112	97	113	42	80
Valor mínimo	15	19	25	36	8	36
Média	27,78	60,11	69,72	85,28	24,56	60,39
Desvio Padrão	8,68	24,25	18,52	22,21	9,32	12,65

**Tabela 12:** Análise preliminar a alguns dos indicadores estatísticos iniciais



Verificou-se que os tempos de evacuação entre o 2.º e 3.º simulacro (realizados em condições idênticas – sem aviso prévio) são claramente menores no último ( $Tt2 = 113s$ ;  $Tt3 = 80s$ ).

Aliás, e apesar da existência de um aviso prévio no simulacro inicial, o tempo total de evacuação deste, o tempo que o último dos colaboradores levou para chegar ao respectivo ponto de encontro, é bastante superior ao registado no último dos simulacros ( $Tt1 = 112s$ ;  $Tt3 = 80s$ ).

De igual modo, verifica-se que no último dos simulacros o tempo médio do primeiro dos colaboradores a chegar ao respectivo ponto de encontro ( $Ti3 = 8s$ ) é inferior ao tempo registado no primeiro dos simulacros ( $Ti1 = 15s$ ). Uma vez mais, refere-se que o simulacro inicial se realizou com aviso prévio, o que, à partida permitiria tempos mais baixos. Importa ainda registar que os tempos totais de evacuação registados para o 1.º e 2.º simulacros são praticamente os mesmos, com ligeira vantagem no 1.º ( $Tt1 = 112s$  e  $Tt2 = 113s$ ).

Por outro lado, pode-se constatar que os tempos iniciais e totais verificados no 2.º simulacro são bastante superiores tempos registados nas outras duas simulações. Como se pode observar na Tabela 12, só ao fim de 97s é que um colaborador da empresa chegou ao respectivo ponto de encontro. Penso que tal facto poderá estar relacionado com a habituação dos colaboradores da empresa aos avisos prévios, o que de alguma forma explicará a demora destes em reagir ao sinal de alarme.

Relativamente ao desvio-padrão, este reflecte, em parte, a homogeneidade e/ou heterogeneidade dos diferentes tempo de evacuação das diferentes secções (o sentido da palavra homogeneidade reflecte aqui uma menor dispersão dos tempos de evacuação). A constatação anterior é corroborada pelos tempos registados que indicam a existência de melhorias pelo seu todo, ou seja, a diferença entre os tempos de evacuação dos trabalhadores é menor, o que indica que estes tiveram comportamentos mais semelhantes entre si. Tal facto pode ser observado mesmo no 2.º simulacro em que, apesar da demora inicial na reacção ao sinal de alarme, os colaboradores se comportaram de forma mais homogénea entre si, diminuindo deste modo o valor do desvio padrão. Veja-se que, embora estes tenham demorado mais tempo a reagir, o tempo final de evacuação é quase igual ao do 1.º simulacro.

Os resultados obtidos através da aplicação da ACP (nota: As coordenadas das variáveis e indivíduos nos respectivos eixos factoriais encontram-se no anexo B) à matriz inicial de dados podem ser visualizados no quadro síntese a seguir apresentado:

			Eixo 1		Eixo2		Eixo 3	
Simulacro N.º	n	p	% Exp	Variáveis Relacionadas	% Exp	Variáveis Relacionadas	% Exp	Variáveis Relacionadas
1	18	9	44,8	Ti1, Tt1, Ti2, Tt2, Tt3 e Dist	15,5	Nu ⇕ Ti3	14,3	Nu ⇕ Id
Simulacro N.º	n	p	% Exp	Indivíduos Relacionados	% Exp	Indivíduos Relacionados	% Exp	Indivíduos Relacionados
2	18	9	44,8	Sola, Ac1, Ac2, Ac3 ⇕ Mop, ArPA, C, CP e PT	15,5	CP ⇕ ArP e Mop	14,3	CP ⇕ CI e ArPA
Simulacro N.º	n	p	% Exp	Variáveis/Indivíduos Relacionados	% Exp	Variáveis/Indivíduos Relacionados	% Exp	Variáveis/Indivíduos Relacionados
3	18	9	44,8	Ti1, Tt1, Ti2, Tt2, Tt3, Dist, Sola, Ac1, Ac2 e Ac3 ⇕ Mop, ArPA, C, CP e PT	15,5	Nu e CP ⇕ Ti3, ArP e Mop	14,3	Nu e CP ⇕ Id, CI e ArPA

Legenda: ⇕ - oposição no eixo;      n – número de linhas      %EXP – taxa de inércia transportada pelo eixo  
 p – número de colunas

**Nota:** No 1º ensaio projectaram-se, nos eixos factoriais, somente as variáveis em estudo, no 2º ensaio projectam-se somente os indivíduos e finalmente no 3º ensaio projectam-se nos mesmos planos factoriais os indivíduos e variáveis (esta última projecção procurou única e exclusivamente facilitar uma interpretação relacional mais abrangente entre as variáveis e os indivíduos).

**Tabela 13:** Resultados obtidos na Análise Factorial – ACP

Releva da observação do quadro síntese apresentado, o elevado poder de explicação evidenciado pelos eixos factoriais, em particular pelo 1º eixo factorial (ver coluna %EXP). Pode-se verificar que só este eixo explica cerca de metade da variabilidade contida na nuvem inicial de pontos (entenda-se matriz inicial de informação).

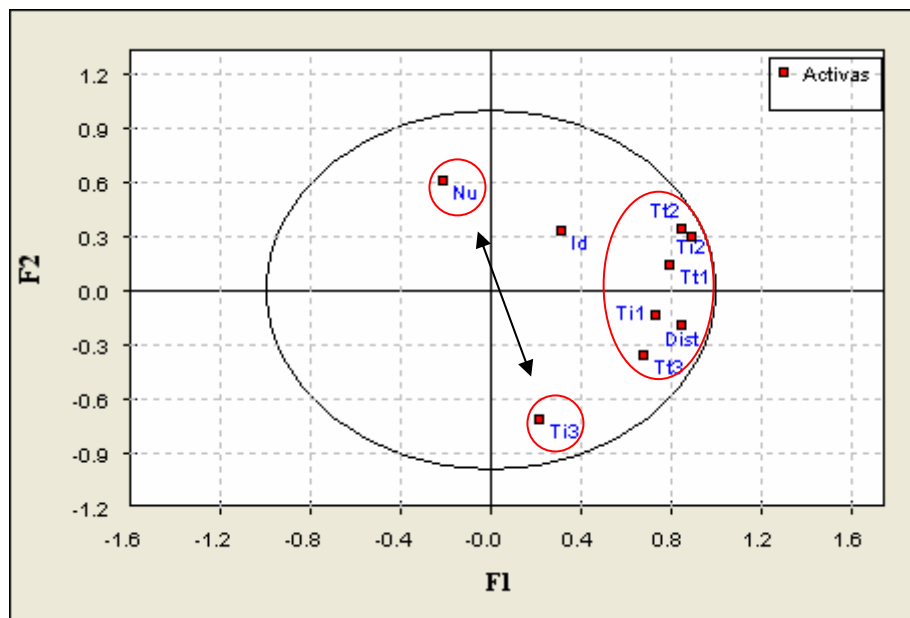
As variáveis tempo inicial e tempo total nos três simulacros (Ti1, Tt1, Ti2, Tt2, Tt3) e a variável distância (Dist) projectam-se no primeiro eixo factorial, semi-eixo positivo, revelando uma forte correlação entre elas, isto é, a valores elevados de tempos iniciais e finais estão associados as maiores distâncias. Esta asserção é corroborada por cerca de 45% do comportamento geral das variáveis em estudo.

Existe um aparente comportamento anómalo da variável Ti3. Esta variável somente irá ser interpretável no factor 2, onde se projecta no semi-eixo negativo, em oposição à variável Nu (número de trabalhadores por secção). Não cremos que esta aparente correlação negativa entre a variável Ti3 e Nu tenha qualquer significado interpretável, uma vez que os tempos iniciais

consideram o trabalhador mais “rápido” indiferentemente do número de pessoas de cada secção.

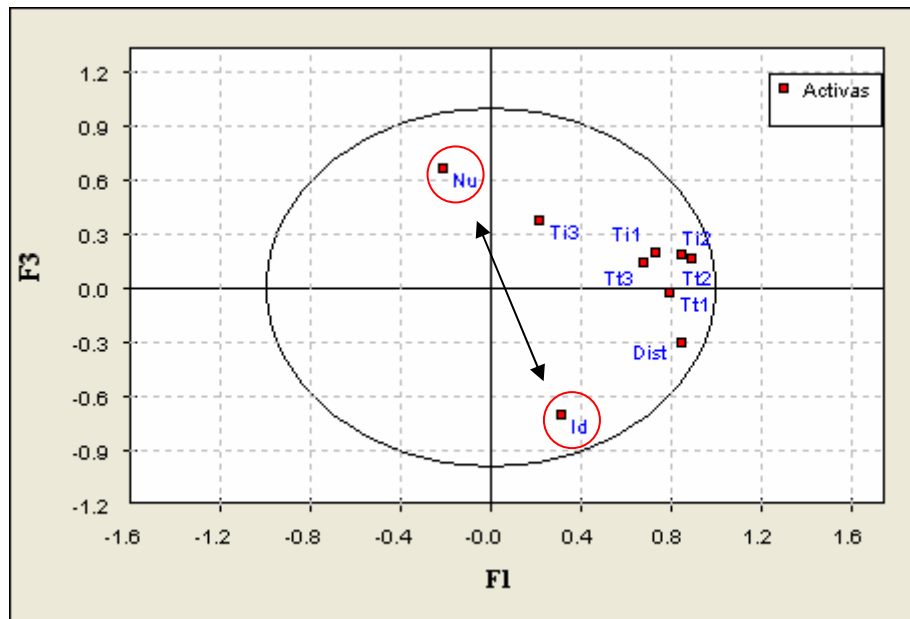
No terceiro eixo factorial, projectam-se, em clara oposição, as variáveis idade (Id no semi-eixo negativo) e número de trabalhadores (Nu no semi-eixo positivo) sugerindo uma correlação negativa entre o número de trabalhadores em cada secção e a respectivas idades. Esta última afirmação explica cerca de 15% do comportamento gerado das variáveis em estudo e confirma o facto de, secções menos numerosas terem médias de idades mais altas.

Todas estas conclusões parcelares podem ser visualizadas na Figura 8 e Figura 9 interpretáveis à luz de conceitos topo-morfológicos de proximidade (correlação positiva entre as entidades projectadas), afastamento (correlação negativa entre as entidades projectadas em oposição) nos eixos factoriais.



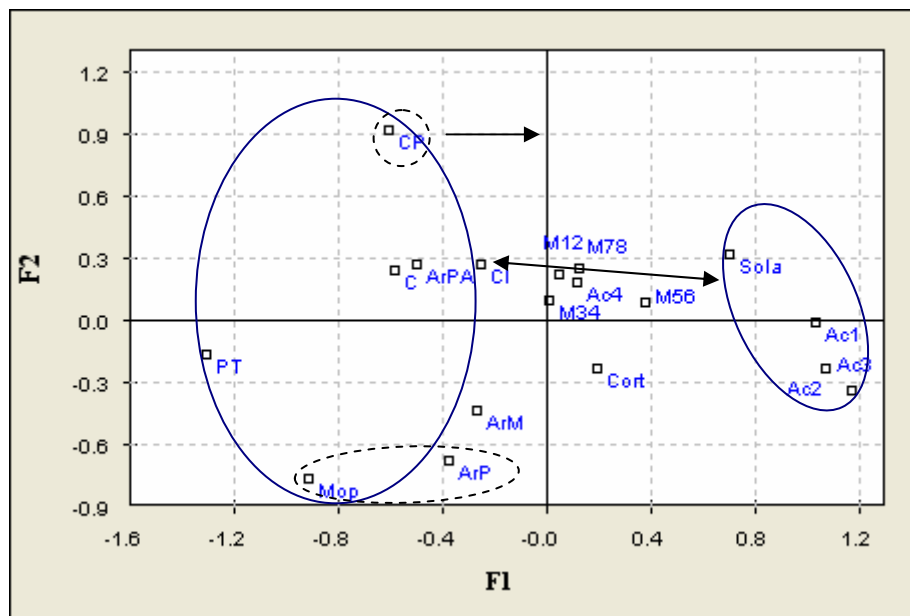
**Figura 8:** ACP- Projecção das variáveis no primeiro plano factorial (Factor 1, 2)



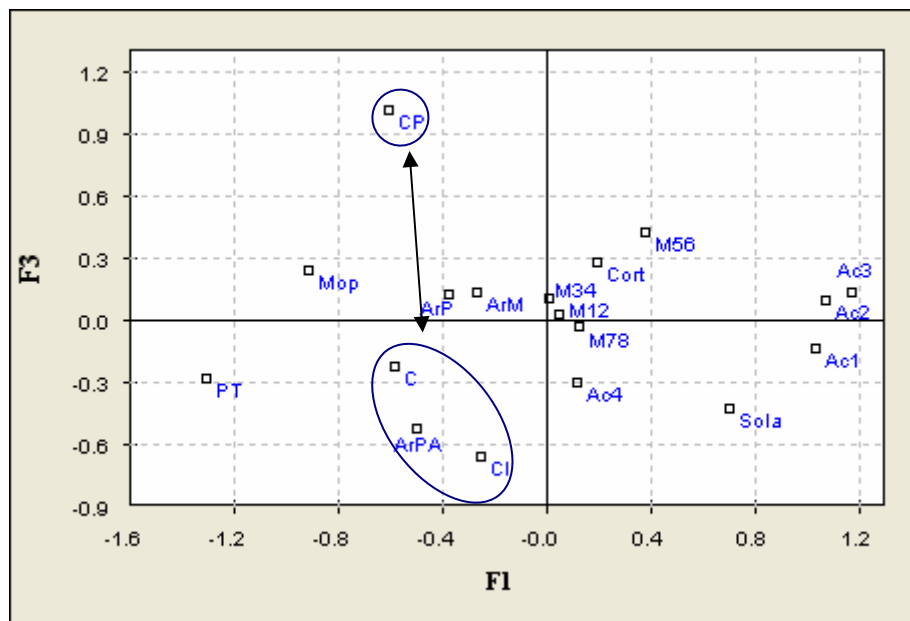


**Figura 9:** ACP – Projecção das variáveis no segundo plano factorial (Factor 1, 3)

Na Figura 10 e Figura 11, pode-se observar a projecção dos indivíduos nos diferentes planos factoriais, havendo uma clara oposição de comportamentos entre diferentes secções da empresa. Estas oposições podem ser explicadas pelas interpretações realizadas anteriormente tendo em conta as variáveis em estudo (distância, idades, número de trabalhadores e tempos iniciais e finais de evacuação).



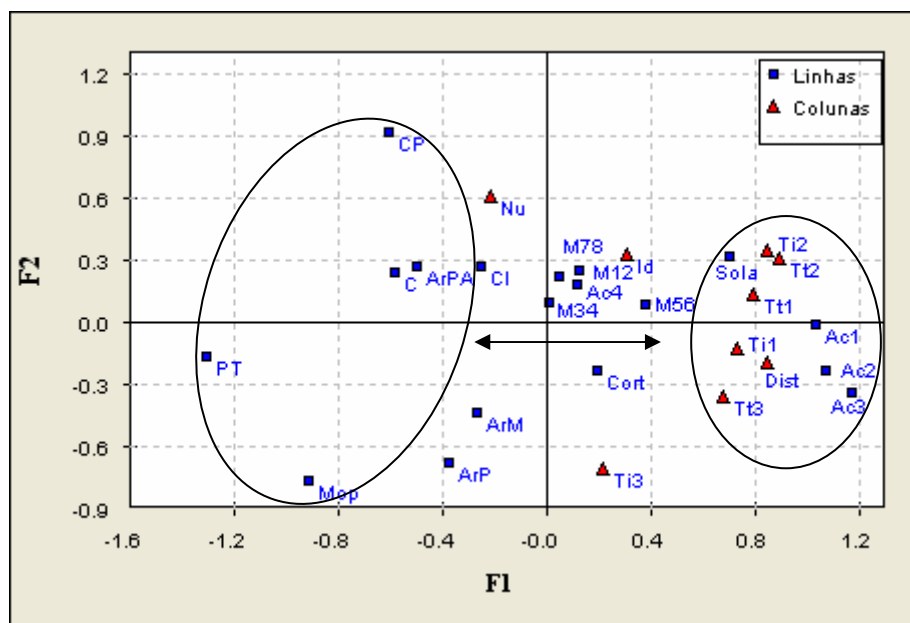
**Figura 10:** ACP- Projecção dos indivíduos no primeiro plano factorial (Factor 1, 2)



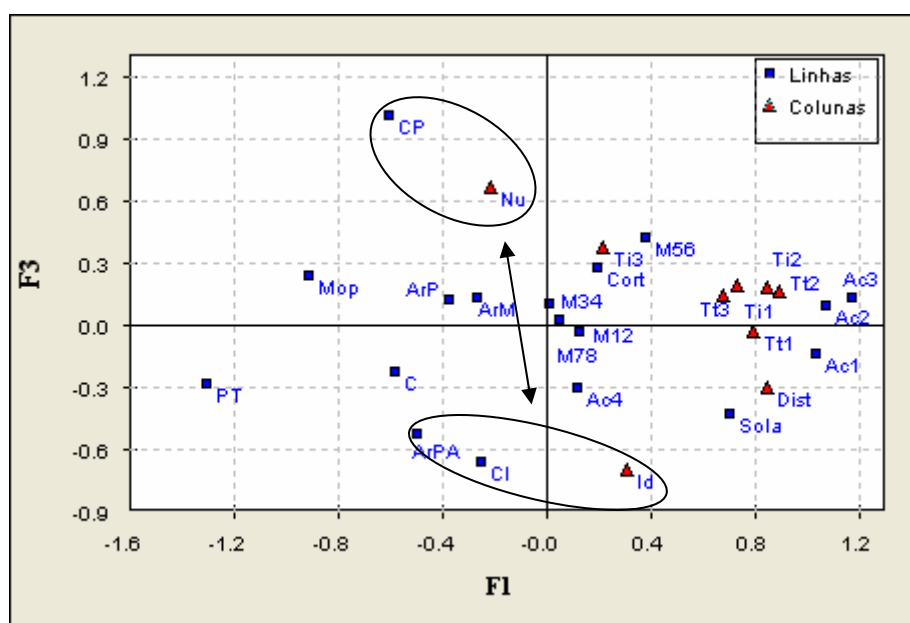
**Figura 11:** ACP- Projecção dos indivíduos no segundo plano factorial (Factor 1, 3)

Embora alguns autores considerem abusiva a interpretação conjunta, no mesmo plano factorial da projecção de variáveis e indivíduos, irei considerar, no entanto, essa mesma interpretação no sentido em que os resultados decorrentes dessa análise são corroborados pelo conhecimento que tenho da realidade da empresa e dos simulacros que decorreram.

Da observação da Figura 12 e da Figura 13, constata-se que as secções das Solas, Acabamentos 1, 2 e 3, por serem em média aquelas que apresentam distâncias aos pontos de encontro superiores são aquelas que apresentam tempos de evacuação também mais elevados. Estas secções projectadas no primeiro eixo factorial, semi-eixo positivo, à semelhança da projecção dos tempos de evacuação  $Ti1$ ,  $Tt1$ ,  $Ti2$ ,  $Tt2$ ,  $Tt3$  e  $Dist$  encontram-se em oposição às secções da Modelação, do Armazém de produto Acabado, da Costura, da Costura Pares e das secções Palmilhas/Tacões, projectadas no primeiro eixo, semi-negativo. Estas evidenciam ser as secções que apresentam tempos de evacuação mais baixos e ao mesmo tempo distâncias aos pontos de encontro menores em proximidade.



**Figura 12:** ACP- Projecção das variáveis e indivíduos no primeiro plano factorial (Factor 1, 2)



**Figura 13:** ACP- Projecção das variáveis e indivíduos no segundo plano factorial (Factor 1, 3)



#### 5.2.4. Conclusões

Pese embora se tenha verificado a aplicabilidade da metodologia preconizada aos dados em análise, há no entanto a consciência que, no caso em estudo, os dados são escassos e as conclusões são as possíveis face a esta limitação.

Desta forma, e de acordo com os resultados obtidos podemos tirar a primeira das conclusões, e talvez a mais óbvia, que é a que os tempos são função da distância percorrida, ou seja, quanto maior a distância a percorrer, maiores são os tempos de evacuação. Refiro, no entanto, que sendo uma dedução lógica à partida, só é aplicável porque a cultura de segurança praticada na empresa o permite, visto que, em condições normais, os caminhos de evacuação se encontram desobstruídos, o que permite um escoamento mais rápido e sem interferências para os trabalhadores.

Por outro lado, verificou-se que a idade, face aos dados disponíveis e no caso de estudo em apreço, não tem influência nos tempos de evacuação. Uma vez mais, sendo um factor que à partida se pensaria como tendo influência directa (diga-se para pior), acaba por não ser importante, visto que numa evacuação não se esperam correrias por parte dos trabalhadores, mas celeridade e organização.

De igual modo, o mesmo acontece para o número de trabalhadores por secção, ou seja, o facto de haver secções com maior número de trabalhadores do que outras, cita-se o exemplo das secção da Costura Pares, não quer dizer que essas secções tenham tempos de evacuação superiores. Sendo à partida uma dedução lógica, tal não acontece na realidade, dado que na empresa há uma distribuição adequada das secções pelos vários caminhos de evacuação e pelas várias saídas de emergência.

Por fim, e em resposta ao principal objectivo proposto, pode-se afirmar que, com o decorrer dos simulacros efectuados, se registou uma melhoria do comportamento dos trabalhadores em reposta aos simulacros. Embora, como foi anteriormente referido, os dados sejam escassos, pôde-se verificar que num âmbito geral, estes tiveram comportamentos mais uniformes entre si, havendo melhorias ao nível dos tempos de evacuação efectivos.

Deste modo, pode-se afirmar que sujeitar os trabalhadores a acções de formação/sensibilização na área da organização da emergência, tem efeitos positivos em termos de comportamento e, consequentemente, nos tempos de evacuação em simulacros de incêndio.

Como perspectiva futura sugere-se, para além da óbvia necessidade de um maior número de simulacros (inclusivamente recorrendo a dados de outras empresas) a possibilidade de incorporar novas variáveis susceptíveis de influenciarem os tempos de evacuação, nomeadamente outras variáveis quer de natureza quantitativa quer de carácter qualitativo (por exemplo,



número de obstáculos nos percursos de evacuação, largura dos mesmos ou nível de qualificação dos trabalhadores nas diferentes secções).



## COMPARAÇÃO ENTRE OS TEMPOS OBTIDOS COM EXPRESSÕES OBTIDAS ATRAVÉS DE MÉTODOS EXPERIMENTAIS

### 6.1. INTRODUÇÃO

São vários os estudos acerca da movimentação de pessoas no interior dos edifícios, uns mais desenvolvidos que outros, mas que no fundo, pretendem explicar alguns aspectos dessas movimentações.

O mesmo acontece com os estudos que pretendem determinar os tempos totais de evacuações de edifícios, sendo que, enquanto uns apresentam apenas expressões de cálculo, outros apresentam metodologias mais desenvolvidas.

Coelho [1997] num estudo sobre o estado dos conhecimentos sobre o movimento e o comportamento de pessoas em edifícios e sua modelação, efectuou uma análise aos dos principais métodos relacionados com esta área. Sobre a movimentação de pessoas e respectivos tempos de evacuação, foram abrangidos os seguintes estudos:

- Building Research Establishment (BRE);
- Belga;
- Fruin;
- Galbreath;
- Nelson e Macleannam;
- Pauls;
- Peschl;
- Predtechenskii-Milinskii;
- Togawa.

Por outro lado, existem ainda vários estudos, estes com base em programas informáticos, que efectuam o cálculo do tempo de evacuação de edifícios, sendo que, alguns deles, para além do modelo de evacuação, incorporam ainda aspectos relativos ao desenvolvimento de incêndios no interior de edifícios.



No seu estudo, Coelho abordou os seguintes modelos:

- Programa “Egress Time”;
- MacGregor Smith;
- FEES/MB;
- EVACNET +;
- Takahashi-Tanaka;
- AGORA;
- Constantin Theos;
- Lovás;
- NFPA;
- Berlin, Dutt & Gupta;
- BFIREs II;
- EMBER;
- EXITT;
- MOCASSIN;
- GESSI.

Miguel [2007] faz também uma abordagem a esta temática, na qual apresenta a seguinte expressão para a determinação dos tempos de evacuação:

$$T_{ev} = \frac{P}{A \times C} + \frac{L_m}{V},$$

sendo:

- **T<sub>ev</sub>** o tempo de evacuação (s);
- **P** o número de ocupantes;
- **A** a largura total das vias de evacuação (m);
- **C** o coeficiente de circulação (valor médio de 1,8 pessoas/m.s);
- **L<sub>m</sub>** o comprimento total do caminho a percorrer na evacuação, desde o ponto mais desfavorável do edifício (m);



- **V** a velocidade de circulação (m/s).
  - em situação normal: vias horizontais: 0,6 (m/s);  
escadas: 0,3 (m/s)
  - em situação de pânico: vias horizontais: 0,2 (m/s);  
escadas: 0,15 (m/s).

Uma vez que o objectivo pretendido é apenas comparar os tempos de evacuação obtidos no desenvolvimento do trabalho prático com os obtidos através de uma expressão teórica, utilizou-se a expressão referida por Miguel [2007] para se efectuarem os tempos de evacuação esperados.

Por outro lado, este autor refere que para o cálculo do tempo de evacuação se deve considerar o tempo de evacuação desde o aparecimento da primeira manifestação visível de (fumo, chamas) até que a ultima pessoa alcance um espaço seguro.

## 6.2. RESULTADOS

Para a contabilização dos tempos de evacuação nos simulacros efectuados, consideraram-se os tempos desde o accionamento do alarme de incêndio até à última pessoa a chegar ao respectivo ponto de encontro. Deste modo, e uma vez que apenas se dispõe deste dados, serão considerados aqueles tempos para se efectuar esta comparação.

Na tabela seguinte podem-se observar os dados de partida, assim como os resultados obtido com a utilização da expressão.





Secção	Tempo Total (s)	Distância (m)	N.º pessoas	Largura das vias de evacuação (m)	Tev – teórico (normal) (s)	Tev - teórico (pânico) (s)
Armazém Peles	66	60	29	3,6	104,48	204,48
Montagem 7+8	68	70	47	1,4	135,32	251,98
Corte	67	70	57	2,4	129,86	246,53
Costura - Índia	36	60	9	3,6	101,39	201,39
Solas	66	80	36	1,4	147,62	280,95
Modelação (produção)	44	30	4	1,2	51,85	101,85
Armazém Produto Acabado	42	75	11	3,6	126,70	251,70
Montagem 1+2	54	50	46	1,4	101,59	184,92
Acabamento 1	70	100	27	1,4	177,38	344,05
Acabamento 2	75	100	24	1,4	176,19	342,86
Acabamento 3	80	100	25	1,4	176,59	343,25
Acabamento 4	71	70	32	1,4	129,37	246,03
Armazém de Materiais	74	60	8	3,6	101,23	201,23
Montagem 3+4	57	50	46	1,4	101,59	184,92
Montagem 5+6	63	50	45	1,4	101,19	184,52
Costura	51	20	40	1,2	51,85	85,19
Costura Pares	46	20	236	2,4	87,96	121,30
Palmilhas / Tacões	57	30	65	1,4	75,79	125,79

**Tabela 14:** Dados considerados para a comparação e respectivos resultados

Analisando a tabela anterior, verifica-se que com a excepção das secções da Modelação (produção) e da Costura, os tempos de evacuação obtidos no último dos simulacros foram cerca de metade dos tempos experimentais.

Estas duas excepções poderão ser explicadas pelas curtas distâncias existentes em relação aos respectivos pontos de encontro, assim como pela largura dos cominhos de evacuação serem menores que os restantes.

Deste modo, pode-se considerar que há um bom escoamento para o exterior dos ocupantes da empresa considerada, sendo que a diferença entre os tempos teóricos e os obtidos na realização do último simulacro, poderá ser explicada por uma velocidade de circulação superior a 0,6 m/s considerados pelo método experimental.



## CONCLUSÕES

Esta tese, com base na análise dos dados obtidos nos simulacros de incêndio efectuados, assim como, na revisão bibliográfica apresentada, permitiu formular algumas conclusões.

Começando pela análise dos resultados dos simulacros, e de acordo com o referido anteriormente, pôde-se concluir que os tempos de evacuação são função das distâncias percorridas ou seja, quanto maior a distância a percorrer, maiores são os tempos de evacuação. No entanto, penso ser pertinente referir uma vez mais que, sendo esta uma dedução lógica, isto é, que distâncias maiores levarão mais tempo a percorrer, só é aplicável porque a cultura de segurança praticada na empresa o permitiu, visto que, em condições normais, os caminhos de evacuação se encontram desobstruídos, permitindo deste modo, maior rapidez e melhor escoamento dos trabalhadores.

Concluiu-se também que a idade dos trabalhadores não tem influência nos tempos de evacuação obtidos, o que sendo novamente uma factor que à partida teria uma certa influência (para pior), esta acaba por não se verificar, visto que numa evacuação não se esperam correrias por parte dos trabalhadores, mas sim, celeridade e organização.

Outra das conclusões retiradas foi de que o número de trabalhadores das diferentes secções em estudo, acaba por não ter influência directa nos tempos de evacuação dos mesmos. Esta constatação estará, eventualmente relacionada com uma distribuição adequada e eficaz dos trabalhadores das diferentes secções pelos vários caminhos de evacuação e pelas várias saídas de emergência. Deste modo, não existem grandes densidades ocupacionais e há uma boa fluência dos trabalhadores pelos referidos caminhos de evacuação.

A última conclusão, e talvez a mais importante, tendo em vista o principal objectivo do estudo, é que se constatou um melhor comportamento dos trabalhadores no decorrer dos simulacros, ou seja, os seus comportamentos foram mais uniformes e registou-se também uma melhoria ao nível dos seus tempos de evacuação.

Deste modo, e tendo consciência que, no caso em estudo, os dados são escassos e as conclusões são as possíveis face a esta limitação, pode-se afirmar que, proporcionar aos trabalhadores acções de formação/sensibilização, na área da organização da emergência, tem efeitos positivos em termos dos seus comportamentos e, consequentemente, uma influência directa nos seus tempos de evacuação em simulacros de incêndio.



Como tal, penso ser de todo pertinente o desenvolvimento, por parte das empresas, de uma cultura efectiva de segurança. Formar os seus colaboradores acerca dos procedimentos que deverão tomar em situações de emergência, pode marcar a diferença entre a vida e a morte, na medida em que a realização dos simulacros proporciona aos ocupantes a oportunidade destes conhecerem, localizarem e usarem caminhos alternativos, muitas vezes desconhecidos, sob condições que não ponham em causa a sua integridade física.



## BIBLIOGRAFIA

- Abrahams, J. (1994) "Fire escape in difficult circumstances".
- Bickman, L. et al. (1977) "A model oh Human Behavior in a Fire Emergency", NBS-GCR-78-120, National Bureau of Standards, Washington, DC.
- Bickman, E. (1980) A Model Fires and Behaviour in Fires Applied to a Nursing Home. Fires and Human Behaviour, Canter.
- Breaux, J., et al., (1976) "Psycological Aspects of Behavior of People in Fire Situations", University of Surrey, Guilford, England.
- Bryan, J. L. (1977) Smoke as a Determinant of Human Behaviour in Fire Situations, Department of Fire Protection Engineering, University of Maryland, College Park, MD.
- Bryan, J. L. (1982) The MGM Grand Hotel Fire - A case Study of Human Reaction to Fire. Proceedings of 6th Joint Panel Meeting of the UJNR Panel on Fire Research & Safety, Tokyo, 10-14 May, pp. 218-250.
- Castro, C. F. e Abrantes, J. B. (2004) Manual de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- Coelho, A. L. (1997) Modelação matemática da evacuação de edifícios sujeitos à acção de um incêndio, LNEC, FEUP, Departamento de Engenharia Civil, Lisboa.
- Cote, A. E. et al (Eds), (1997) "Fire and Protection HandBook", Eighteen Edition, National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts.
- Dias, T. (2007) "Avaliação de risco de incêndio em Edifícios: Aplicação do Método de Gretener – Estação Rodoviária do Pragal", FEUP, Porto.
- English, H. B. and English, A. C. (1948) A comprehensive Dictionary of Psychological and Psychoanalytical Terms, Longmans, Green and Company, New York.
- Fergusson, L. H. and Christopher, A. J. (2005) Fundamentals of Fire Protection, Life Safety in Buildings, pp 141-157, ISBN 0-86587-988-5.



- Góis, J. E. (1993) Técnicas geomatemáticas aplicadas ao tratamento de dados da prospecção sísmica de petróleo, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Groner, N.E. (2000) "Why people don't respond to alarm signals".
- Pereira, H. G. e Sousa, A. J. (1988) Análise de dados para o tratamento de quadros multidimensionais, Centro de valorização de recursos minerais, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Pereira, H. G. (1990) Análise de dados geológico-mineiros - aplicações e estudo metodológico, Tese de agregação, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Keating, J. P. e Loftus, E. F. (1981) "The logic of Fire Escape", Psychology Today, pp. 14-19.
- Keating, J.P. (1982) "The Myth of Panic" - NFPA magazine - Fire Journal.
- Lemos, A. M. e Neves, I. C. (1991) "Avaliação do Risco de Incêndio – Método de Cálculo", Gabinete de Apoio da Universidade Técnica de Lisboa.
- Miguel, A. S. (2007) Manual de Higiene e Segurança do Trabalho, Porto Editora, 10.<sup>a</sup> Edição, Porto, ISBN 978-972-0-01360-6.
- O'Mahoney, Bryan (2006) – Evacuation and Emergency Systems in Hospitals and Hotels – Conferência NFPA – Portugal – Segurança Contra Incêndios.
- Ozel, F. (2001) "Time pressure and stress as a factor during emergency egress" – Safety Science, 38, pp 95-107.
- Portaria 53/71, de 3 de Fevereiro
- Portaria n.º 702/80, de 22 de Setembro
- Projecto de Decreto-Lei referente ao Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios
- Proulx, G., and Sime, J. D. (1991) "To prevent panic in an Underground Emergency: Why not tell people the truth?" Fire Safety Science – Proceedings of the Third International Symposium, Elsevier Applied Science, New York, pp.843-852.
- Proulx, G. (1993) "A stress Model for People facing a Fire", Journal of Environmental Psychology, Vol. 13, pp. 137-147.



- Quanrantelli, E. L. (1979) *Panic Behavior in Fire Situations: Findings and a Model from the English Language Research Literature*, Disaster Research Center, Ohio State University, Columbus, OH.
- Ramachandran, G. (1990) "Human Behavior in Fires – A review of Research in the United Kingdom", *Fire Technology*, Vol. 26, n. 2, May, pp. 149-155.
- Ramachandran, G. (1991) "Informative Fire Warnings Systems", *Fire Technology*, Vol. 27, n.º1, February, pp. 66-81.
- Silva, V. P. "Método de avaliação de risco de incêndio em edificações – Método de Gretener", Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sime J. D. (1980) "The Concept of Panic", *Fire and Human Behavior*, Canter, D., ed., John Wiley & Sons, New York.
- Flannery Associates (2001) *Introduction to Fire Science Section 1, Unit 4 - Human Behavior and Fire*, January
- Tong, D.; Canter, D. - Informative Warnings: In Situ Evaluations of Fire Alarms. *Fire Safety Journal*, n.º. 9, 1985, p. 267-279.
- Withey, S. B. (1962) "Reaction to Uncertain Threat", *Man and Society in Disaster*, Baker, G. W., and Chapman, D. W., eds., Basic Books, New York.
- Wood, P. G. (1972) "The behaviour of People in Fires", *Fire Research Note 953*, Building Research Establishment, Fire Research Station, Boreham Wood, Hertfordshire, England.



Universidade do Porto

**FEUP** Faculdade de  
Engenharia

## ANEXO A

---

### Método de Gretener Avaliação do Risco de Incêndio



## AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO DA UNIDADE FABRIL DE SILVEIROS DA GABOR PORTUGAL – INDÚSTRIA DE CALÇADO

A empresa **Gabor Portugal – indústria de calçado**, unidade fabril de Silveiros (sede social em Portugal), é propriedade do Grupo **Gabor**, tendo iniciado a sua actividade (neste local) em 1990 para fabrico e comercialização de calçado. Actualmente emprega 947 trabalhadores estando estes distribuídos por 3 turnos:

TURNOS	HORÁRIO	N.º TOTAL DE TRABALHADORES
1º TURNO	5h45 – 14h00	130
2º TURNO	14h00 – 22h15	130
NORMAL	7H30 – 16H40	687
TOTAL		<b>947</b>

**Tabela 15:** Distribuição dos trabalhadores por turno.

### 1. Localização e Actividade

NOME	GABOR PORTUGAL – Indústria de Calçado, Lda.
MORADA	Lugar de Quintão Santa Eulália - Rio Covo – 4750 Barcelos
LOCALIDADE	Silveiros, Barcelos
ACTIVIDADE	Produção e Comercialização de Calçado
CAE	19301 – Produção e Comercialização de Calçado
FORMA JURÍDICA	Sociedade por quotas de responsabilidade limitada

**Tabela 16:** Localização e actividade da empresa.

A unidade industrial de Silveiros encontra-se implantada numa área de 55000m<sup>2</sup>, na Freguesia de Silveiros Concelho de Barcelos.

O concelho de Barcelos integra-se no Distrito de Braga e compreende uma área de 378,70 km<sup>2</sup>.

A Unidade industrial localiza-se junto à Estrada Nacional nº 204 (EN204), como se pode observar na Figura 14:





**Figura 14:** Via de acesso / saída das instalações da empresa

A empresa dispõe ainda de uma via de acesso que permite a aproximação, o estacionamento e a manobra das viaturas dos bombeiros, com vista a facilitar o acesso pelo exterior a todos os locais do complexo industrial.

As instalações da empresa encontram-se repartidas por dois pisos, pese embora, tal só se verifique, no edifício administrativo que se localiza sobre a cantina. Toda a nave fabril é um edifício térreo.

Assim sendo, considerou-se que o rés-do-chão é constituído basicamente pelos vestiários e pela cantina. O 1º andar, possui as áreas fabris e administrativas que se interligam pelo meio de um corredor que dá também acesso ao rés-do-chão.

Todos os locais do edifício têm comunicação directa com o exterior através de várias saídas de emergência distribuídas pelo edifício industrial.

A permanência média de pessoas (funcionários) por piso, estima-se em:

Piso 0: 6 pessoas (com excepção dos horários de entrada dos turnos e horários de pausa para lanche e almoço).

Piso 1: 817 pessoas

De acordo com a classificação existente no projecto do RSCIE, neste edifício existem 3 tipos de locais de risco:



- Locais de risco A: locais sem riscos especiais em que o numero de efectivos não excede as 100 pessoas e em que o número de público não excede as 50 pessoas;
- Locais de risco C: locais que apresentam riscos agravados de eclosão e desenvolvimento de incêndio, quer devido às actividades praticadas quer devido aos produtos, materiais ou equipamentos existentes;
- Locais de risco "F": locais em que existem meios e sistemas de comunicação, comando e controlo essenciais à continuidade das actividades principais;

## 1.1. Instalações técnicas

O edifício é alimentado por um posto de transformação da PT localizado no interior das instalações, possuindo também um gerador de emergência que assegura o funcionamento das instalações em caso de falha da alimentação normal de energia. Possui um sistema AVAC, que abrange todo o edifício Fabril.

Em relação ao abastecimento de água, o edifício tem um sistema de abastecimento de água autónomo, não dependendo da rede pública.

Para comunicar com o exterior, em caso de emergência, é utilizada a rede telefónica pública.

## 1.2. Elementos construtivos

Uma vez que a estrutura do edifício apresenta um coeficiente de resistência de REI 180 e as fachadas EI 120, e de acordo com o novo projecto RGSCIE, os requisitos referentes aos elementos construtivos são cumpridos.

## 1.3. Meios de intervenção

### 1.3.1. Meios Humanos Internos

Durante o horário normal de funcionamento da Gabor Portugal - Indústria de Calçado, Lda. existe uma Equipa de Intervenção (Serviço de Segurança contra Incêndio), constituída, por um Chefe de Equipa, um Socorrista e funcionários de zonas distintas da empresa.



### **1.3.2. Meios Humanos Externos**

A Corporação de Bombeiros responsável pela intervenção em qualquer situação de emergência nas instalações da Gabor Portugal – Indústria de Calçado, Lda. é a dos Bombeiros Voluntários de Viatodos.

Dada a distância e as vias de tráfego que normalmente são tomadas para o percurso entre as instalações daquela corporação e as da Gabor Portugal – Indústria de Calçado, Lda. podemos afirmar que, em condições normais de tráfego, o tempo estimado de deslocação dos Bombeiros ronde os 5 minutos, visto as suas instalações se encontrarem a cerca de 4 km de distância.

### **1.3.4. Meios Materiais**

Os meios materiais existentes na Gabor Portugal – Indústria de Calçado, Lda. são os seguintes:

- Meios de 1.<sup>a</sup> intervenção:
  - Extintores portáteis de Pó ABC, CO<sub>2</sub> e espuma.

Estes encontram-se colocados em locais de fácil acesso e devidamente sinalizados. Todos eles são revistos periodicamente.

- Meios de 2.<sup>a</sup> intervenção:
  - Carretéis de incêndio instalados na zona interior da nave industrial;
  - Rede de incêndio armada instaladas na zona exterior da nave industrial.

No espaço circundante dos carretéis instalados no interior da nave industrial é deixado um espaço de 1m<sup>2</sup> no sentido da sua utilização.

- Meios de alarme e alerta:
  - Central de Detecção de Incêndios (SADI), instalada Oficina de Serralharia e com um repetidor na Portaria;
  - Detectores de incêndio instalados em toda a unidade fabril e administrativa;



- Dispositivos de accionamento de alarme (botões de alarme), em toda a unidade fabril e administrativa;
- Difusores de alarme geral de incêndio (sirenes de incêndio), instalados em diversas áreas da empresa.

A central de alarme que possui dois modos de alarme (contínuo e descontínuo), é accionada automaticamente (detectores) ou manualmente (botões de alarme).

### 1.3.5. Medidas de protecção passiva

Nas instalações fabris da Gabor Portugal – Indústria de Calçado, Lda., os caminhos de evacuação nem sempre se encontram desimpedidos, surgindo em alturas de maior produção alguns obstáculos que podem dificultar uma evacuação rápida e segura.

O sistema de iluminação de emergência é constituído por blocos autónomos, os quais indicam as saídas e o sentido da evacuação.

Existe também uma fonte de energia de emergência, que suporta, entre outros, os equipamentos de segurança.

Em todo o edifício da Gabor Portugal – Indústria de Calçado, Lda. estão afixadas plantas de emergência com instruções indicativas do modo de proceder em caso de emergência. Possuem também informações acerca da localização do observador e do respectivo ponto de encontro. De referir que se encontram de acordo com a Norma Portuguesa NP 4386: 2001.



**Figura 15:** Exemplo de uma planta de emergência afixada



## 2. Análise do risco de incêndio

De seguida, são descritos os factores que permitem avaliar o risco de incêndio nesta nave fabril.

### 2.1. Perigo Potencial

	$Q_m$ (MJ/m <sup>2</sup> )	q	c	r	k
Escritórios Técnicos	600	1,3	1,2	1,2	1,0
Produção de Calçado	500	1,3	1,2	1,2	1,0
Cantina	300	1,1	1,0	1,0	1,0

**Tabela 17:** Cargas térmicas e factores de influência

O factor q é atribuído em função da carga de incêndio mobiliária. Uma vez que se trata de um edifício de tipo G, a carga de incêndio mobiliária é determinada por zona e por piso.

Relativamente à combustibilidade (c), foi atribuído o valor de 1.2 para os Escritórios Técnicos e para a Nave Fabril (Produção de Calçado) indicativo da existência de materiais inflamáveis e facilmente combustíveis (grau de combustibilidade 3). Na Cantina o valor atribuído foi de 1.0 que indica a existência de materiais combustíveis (grau de combustibilidade 4)

O perigo de fumo (r), foi também atribuído o de acordo com as actividades desenvolvidas nos diferentes espaços, indicados na Tabela 17.

O perigo de corrosão/toxidade toma o valor de 1.0, pelo que, o perigo de corrosão/toxidade é tido como normal.

### 2.2. Medidas normais de protecção

Como meios de protecção contra incêndios, o edifício dispõe de extintores portáteis e de bocas-de-incêndio armadas (BIA) interna e externa.



**Figura 16:** Vista geral de um extintor e de um carretel



**Figura 17:** Hidrante no exterior das instalações

Os extintores são do tipo pó polivalente ABC, CO<sub>2</sub> e de espuma, sendo estes agentes extintores considerados adequados.

As BIA, do tipo teatro no interior das instalações, encontram-se acessíveis. Quer os extintores, quer as BIA são submetidos a acções periódicas de manutenção.

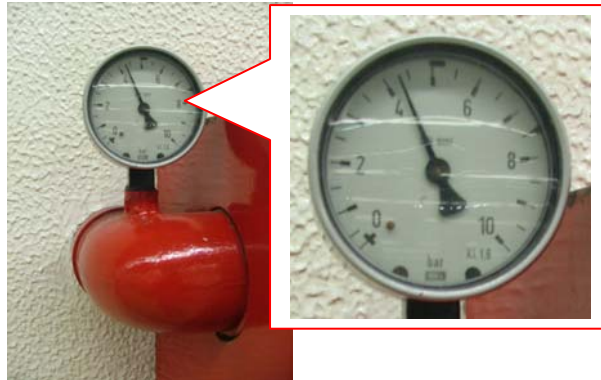
A empresa dispõe ainda de um reservatório de água, de uso exclusivo para combate a incêndios, com uma capacidade de 105 m<sup>3</sup>. Num compartimento anexo ao reservatório, está instalada a central de bombagem para abastecimento de água à rede de incêndio, a qual é constituída por:

- 1 Electrobomba com um caudal de 60 m<sup>3</sup>/h;
- 1 Bomba Diesel com um caudal de 50 m<sup>3</sup>/h;
- 1 Bomba Jockey.com um caudal de 9,5 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 18:** Reservatório e da central de bombagem

Com estes meios, não existem grandes variações de pressão e de caudal, sendo que o primeiro situa-se, nos pontos mais desfavoráveis acima dos 4 bar.



**Figura 19:** pressão existente na rede de incêndio

Pelos motivos referidos considera-se o valor de 0.85, uma vez que o reservatório não é elevado e é independente da rede.

Por outro lado, o comprimento da conduta desde o limite do hidrante externo até ao acesso mais próximo é inferior a 70m, pelo que, se atribui o valor de 1.0.

Em todas as secções da empresa existem funcionários pertencentes à brigada de incêndio, tendo deste modo formação ao nível dos meios de 1.<sup>a</sup> 2.<sup>a</sup> intervenção. Considera-se portanto, que estão aptos a agir em caso de incêndio.

### 2.3. Medidas especiais de protecção

Todo o edifício da empresa se encontra protegido por um sistema de detecção automática de incêndios. A central de detecção está instalada na Oficina de Serralharia, com um repetidor na Portaria.

Em qualquer ponto da empresa é possível accionar o alarme através dos botões de alarme instalados.



**Figura 20:** Vista geral de um extintor e de um carretel



**Figura 21:** Botão de alarme





A central tem dois modos de funcionamento – modo diurno e nocturno. No modo diurno, accionado o alarme, o comandante da brigada de incêndio tem um tempo (30s) para desactivá-lo. Ultrapassado esse tempo, a central entra automaticamente em contacto com os meios externos de socorro (Bombeiros).

No modo nocturno, accionado o alarme, a central entra directamente em contacto com os Bombeiros, uma vez que não se prevê a presença dos elementos da brigada de incêndio nas instalações da empresa.

A Portaria está ocupada 24 horas por dia por um Porteiro, que efectua rondas periódicas a cada 1,5 horas.

Os alarmes são transmitidos para os serviços de segurança/vigilância referidos, onde existe um posto telefónico ligado à rede pública.

Accionado o alarme (no modo diurno), todos os elementos da brigada de incêndio são alertados e intervêm rapidamente. Esta é composta por 21 elementos, os quais pertencem às diferentes secções da empresa.

Estima-se um tempo máximo de 5 minutos para a chegada de uma viatura dos bombeiros (Bombeiros Voluntários de Viatodos) à empresa.

Não existe nem está prevista a instalação de sprinklers como uma medida de protecção especial.

Toda a nave fabril possui extractores de ar do seu interior que podem também funcionar como extractores de fumo e de calor.

## **2.4. Medidas de construção**

A estrutura deste edifício apresenta um coeficiente de resistência de REI 180 [CF180], o que lhe confere um factor de 1,3.

As fachadas possuem uma resistência ao fogo EI 120 [CF 120].

Uma vez que é um edifício do tipo G, com 2 pisos (apenas na zona administrativa) e considerando a resistência ao fogo dos elementos de separação é atribuído um factor  $f_2$  de 1,15.

## **2.5. Exposição ao perigo**

Dadas as características da empresa o factor de activação é tido como médio.

A exposição ao perigo das pessoas será atribuída em função do piso era considerado e do número de pessoas que o ocupa.





### 3. Resultado do método de Gretener

Da análise efectuada foram determinados os seguintes níveis de segurança contra incêndios:

- Piso 0: 6,35;
- Piso 1 (Nave fabril): 1,03;
- Piso 1 (Escritórios): 3,26.

Conclui-se então que, os níveis de segurança contra incêndio são bastante bons ao nível do piso 0 e do piso 1 (escritórios). Na nave fabril, estes são aceitáveis e o resultado obtido é bastante influenciado pelo factor de amplidão de superfície, dadas as dimensões desta nave.

No entanto, e dadas as características da nave fabril, torna-se difícil efectuar o seu enquadramento com o método de Gretener, uma vez que, este método limita as compartimentações até 200 m<sup>2</sup>.

Sendo a nave fabril desta empresa dividida em três compartimentos, com 6000 m<sup>2</sup>, 4200 m<sup>2</sup> e 2800 m<sup>2</sup> respectivamente, não é possível fazer o seu enquadramento com o método. Com vista a uma aproximação com a realidade, poder-se-ia ter considerado para o estudo, esta compartimentação existente. Os resultados desta simulação são os seguintes:

Compartimentação	Segurança contra Incêndios
1 – 6000 m <sup>2</sup>	1,49
2 – 4200 m <sup>2</sup>	1,68
3 – 2800 m <sup>2</sup>	2,24
<b>Tabela 18:</b> Resultados da avaliação	

Como se pode constatar, a segurança contra incêndio aumentou, considerando-se a mesma, deste modo, como boa.

Em jeito de conclusão final, conclui-se que as medidas de protecção normais, especiais e inerentes às construções, suficientes face aos perigos potenciais existentes na empresa.



Edifício: Industrial - Fabricação de Calçado

Piso: 0

Área: 1200m<sup>2</sup>

### Parâmetros

#### Compartimento Considerado

Tipo de construção	G
Comprimento característico - l (m)	60
Largura característica - b (m)	20
Área (m <sup>2</sup> )	1200
Relação l/b	3

#### Perigos Potenciais

Carga de incêndio mobiliária (q)	1,10
Combustibilidade (c)	1,00
Perigo de fumo (r)	1,00
Perigo de corrosão (k)	1,00
Carga de incêndio imobiliária (i)	1,00
Nível do piso (e)	1,00
Amplidão de superfície	0,60
Perigo Potencial (P)	0,66

### Medidas de Protecção

#### Medidas Normais

Extintores Portáteis	1,00
Hidrantes / Bocas de incêndio	1,00
Abastecimento de água	0,85
Distância do hidrante à entrada do edifício	1,00
Formação de pessoal	1,00
Medidas Normais (N)	0,85

#### Medidas Especiais

Deteção de incêndio	1,45
Transmissão de alarme	1,20
Bombeiros	1,75
Tempo de intervenção	1,00
Extinção automática	1,00
Desenfumagem	1,00
Medidas especiais (S)	3,05

#### Medidas de construção

Resistência da estrutura	1,30
Resistência da fachada	1,15
Separação entre pisos	1,00
Células corta-fogo	1,00
Medidas de Construção (F)	1,50

### Risco de incêndio efectivo

Factor de exposição ao perigo (B)	0,17
Perigo de activação (A)	1,20
Risco efectivo ®	0,20

Exposição ao perigo das pessoas

1,00

Risco admissível

1,30

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS**

**6,35**



Edifício: Industrial - Fabricação de Calçado	<b>Piso:</b> <b>1</b>	<b>Área:</b> 13000m <sup>2</sup>
<b>Parâmetros</b>		
<b>Compartimento Considerado</b>		
Tipo de construção		G
Comprimento característico - l (m)		170
Largura característica - b (m)		60
Área (m <sup>2</sup> )		13000
Relação l/b		2,833333
<b>Perigos Potenciais</b>		
Carga de incêndio mobiliária		1,30
Combustibilidade		1,20
Perigo de fumo		1,20
Perigo de corrosão		1,00
Carga de incêndio imobiliária		1,00
Nível do piso		1,00
Amplidão de superfície		2,60
Perigo Potencial (P)		4,87
<b>Medidas de Protecção</b>		
<b>Medidas Normais</b>		
Extintores Portáteis		1,00
Hidrantes / Bocas de incêndio		1,00
Abastecimento de água		0,85
Distância do hidrante à entrada do edifício		1,00
Formação de pessoal		1,00
Medidas Normais (N)		0,85
<b>Medidas Especiais</b>		
Detecção de incêndio		1,45
Transmissão de alarme		1,20
Bombeiros		1,75
Tempo de intervenção		1,00
Extinção automática		1,00
Desenfumagem		1,20
Medidas especiais (S)		3,65
<b>Medidas de construção</b>		
Resistência da estrutura		1,30
Resistência da fachada		1,15
Separação entre pisos		1,00
Células corta-fogo		1,00
Medidas de Construção (F)		1,50
<b>Risco de incêndio efectivo</b>		
Factor de exposição ao perigo (B)		1,05
Perigo de activação (A)		1,20
Risco efectivo ®		1,26
Exposição ao perigo das pessoas		1,00
Risco admissível		1,30
<b>SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS</b>		<b>1,03</b>



Edifício: Industrial - Fabricação de Calçado	Piso: 1	Área: 1200m <sup>2</sup>
<b>Parâmetros</b>		
<b>Compartimento Considerado</b>		
Tipo de construção		G
Comprimento característico - l (m)		60
Largura característica - b (m)		20
Área (m <sup>2</sup> )		1200
Relação l/b		3
<b>Perigos Potenciais</b>		
Carga de incêndio mobiliária (q)		1,30
Combustibilidade (c)		1,20
Perigo de fumo (r)		1,00
Perigo de corrosão (k)		1,00
Carga de incêndio imobiliária (i)		1,10
Nível do piso (e)		1,00
Amplidão de superfície		0,60
Perigo Potencial (P)		1,03
<b>Medidas de Protecção</b>		
<b>Medidas Normais</b>		
Extintores Portáteis		1,00
Hidrantes / Bocas de incêndio		0,80
Abastecimento de água		0,85
Distância do hidrante à entrada do edifício		1,00
Formação de pessoal		1,00
Medidas Normais (N)		0,68
<b>Medidas Especiais</b>		
Deteção de incêndio		1,45
Transmissão de alarme		1,20
Bombeiros		1,75
Tempo de intervenção		1,00
Extinção automática		1,00
Desenfumagem		1,00
Medidas especiais (S)		3,05
<b>Medidas de construção</b>		
Resistência da estrutura		1,30
Resistência da fachada		1,15
Separação entre pisos		1,00
Células corta-fogo		1,00
Medidas de Construção (F)		1,50
<b>Risco de incêndio efectivo</b>		
Factor de exposição ao perigo (B)		0,33
Perigo de activação (A)		1,20
Risco efectivo ®		0,40
Exposição ao perigo das pessoas		1,00
Risco admissível		1,30
<b>SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS</b>		3,26



Universidade do Porto

**FEUP** Faculdade de  
Engenharia

## ANEXO B

---

Coordenadas das variáveis e indivíduos  
nos eixos Factoriais



## COORDENADAS DAS VARIÁVEIS E DOS INDIVÍDUOS NOS EIXOS FACTORIAIS

---

<b>Ti1</b>	<b>0.731100</b>	-0.128900	0.197200
<b>Tt1</b>	<b>0.791300</b>	0.1393000	-0.02420
<b>Ti2</b>	<b>0.846700</b>	0.3480000	0.187600
<b>Tt2</b>	<b>0.890900</b>	0.3054000	0.166800
<b>Ti3</b>	0.213500	<b>-0.706900</b>	0.382000
<b>Tt3</b>	<b>0.674300</b>	-0.357600	0.142300
<b>Dist</b>	<b>0.844400</b>	-0.189900	-0.295900
<b>Id</b>	0.310600	0.3286000	<b>-0.69740</b>
<b>Nu</b>	-0.216200	<b>0.6123000</b>	<b>0.663800</b>

	1	2	3
<b>ArP</b>	-0.373700	<b>-0.677300</b>	0.129800
<b>M78</b>	0.119800	0.252800	-0.032900
<b>Cort</b>	0.191500	-0.227800	0.282000
<b>CI</b>	-0.255500	0.267300	<b>-0.65940</b>
<b>Sola</b>	<b>0.696300</b>	0.318000	-0.429900
<b>Mop</b>	<b>-0.916300</b>	<b>-0.764400</b>	0.244100
<b>ArPA</b>	<b>-0.502600</b>	0.270400	<b>-0.52540</b>
<b>M12</b>	0.043300	0.225600	0.024800
<b>Ac1</b>	<b>1.031600</b>	-0.007900	-0.138000
<b>Ac2</b>	<b>1.065600</b>	-0.236000	0.096000
<b>Ac3</b>	<b>1.170400</b>	-0.339300	0.132300
<b>Ac4</b>	0.115600	0.183500	-0.302000
<b>ArM</b>	-0.267700	-0.437400	0.131100
<b>M34</b>	0.007700	0.092800	0.104100
<b>M56</b>	0.373800	0.086500	0.428100
<b>C</b>	<b>-0.581900</b>	0.238500	-0.218000
<b>CP</b>	<b>-0.606900</b>	<b>0.917900</b>	<b>1.018000</b>
<b>PT</b>	<b>-1.311100</b>	-0.163300	-0.284700